Univerzitet Singidunum



Turizam i zdravlje

SVETLANA STANIŠIĆ DRAKULIĆ
NATAŠA KILIBARDA

Beograd, 2026.

UNIVERZITET SINGIDUNUM

Svetlana Stanišić Drakulić
Nataša Kilibarda

TURIZAM I ZDRAVLJE

Prvo izdanje

Beograd, 2026.

TURIZAM I ZDRAVLJE

Autorke:
Prof. dr Svetlana Stanišić Drakulić
Prof. dr Nataša Kilibarda

Recenzenti:
Prof. dr Tamara Stojmenović,
vanredni profesor, Univerzitet Singidunum

Prof. dr Neđeljko Karabasil,
redovni profesor, Fakultet veterinarske medicine

Izdavač:
Univerzitet Singidunum
Danijelova 32
www.singidunum.ac.rs

Za izdavača:
Prof. dr Milovan Stanišić

Priprema za štampu:
Miloš Višnjić

Dizajn korica:
Miloš Višnjić

Godina izdanja:
2026.

Tiraž:
700

Štampa:
Caligraph, Beograd

ISBN: 978-86-7912-874-4

Copyright:
© 2026. Univerzitet Singidunum
Izdavač zadržava sva prava.
Reprodukcija pojedinih delova ili celine ove publikacije nije dozvoljena.

Sadržaj

Predgovor **X**

I DEO
ŽIVOTNI STIL, STRES, SAN I ZDRAVLJE SAVREMENOG PUTNIKA

1. Životni stil, stres, san i zdravlje savremenog putnika **3**
1.1. Stres, od neposredne mobilizacije organizma do posledica hroničnog stresa 3
Uticaj psihološkog stresa na imunske procese 6
Od „najvećeg životnog stresa" do savremenog razumevanja stresora 7
1.2. San kao složeno fiziološko stanje i učestalost poremećaja spavanja 10
Uticaj sna na imunski odgovor 14
Uticaj sna na opšte stanje i zdravlje 15
Mesto suplemenata i životnih navika u poboljšanju sna 18
1.3. Kvalitet života i zdravlje u urbanoj sredini 24
Zagađenje vazduha u spoljašnjoj sredini 24
Kisele kiše i degradacija kulturnog nasleđa 29
Kvalitet vazduha u zatvorenim prostorima 33
Vežbanje u urbanoj sredini i izbor prostora 35
Gradski turista i kratkotrajna izloženost zagađenju vazduha 37
Kvalitet vode za piće u urbanoj sredini 38
Kvalitet vode na turističkoj destinaciji 44
Zelene zone u gradu 48
Buka i zdravlje u urbanoj sredini 53
Buka u ugostiteljskim objektima i sredstvima prevoza 55
1.4. Fizička aktivnost kao osnova zdravog životnog stila 58
Aktivnost na putovanjima 63
1.5. Gojaznost i savremeni način života 64
Da li je gojaznost nasledna? 66
Hormonska regulacija gladi i sitosti 69
Terapija gojaznosti 72
Energetski bilans na odmoru 83

1.6. Alkohol, kafa i nikotin 85
Alkohol između gastronomskog uživanja i rizika po zdravlje 85
Šta se dešava sa alkoholom u organizmu? 86
Alkoholom izazvan *blackout* 87
Da li mala količina alkohola štiti srce i doprinosi dugovečnosti? 88
Alkohol tokom praznika i sindrom prazničkog srca 90
Kafa kao gastronomski fenomen i njeni efekti na zdravlje 92
Nikotin, zagrevani duvan i elektronske cigarete 97
Proizvodi za zagrevanje duvana 98
Elektronske cigarete i hemijski sastav aerosola 98
Zdravstveni efekti upotrebe elektronskih cigareta 100
1.7. Radiofrekventno zračenje i mogući zdravstveni efekti 104
Istorijski razvoj i osnove važećih regulatornih standarda 105
Biološki efekti ispod termičkog praga 107
Regulatorna rasprava i suprotstavljena tumačenja rizika 110

II DEO
ZDRAVSTVENI EFEKTI DESTINACIJA I PRIRODNIH ČINILACA

2. Zdravstveni efekti destinacija i prirodnih činilaca 119
2.1. Talasoterapija i boravak na moru 119
Mrtvo more kao poseban prirodni resurs 120
Zdravstveni rizici boravka na moru 125
2.2. Sunčevo zračenje, fotoprotekcija i održivost 126
Zdravstvene posledice izlaganja UV zračenju 129
Mineralni i organski UV filteri 133
2.3. Ekstremne vrućine kao zdravstveni izazovi 141
Šta se zapravo dešava u telu? 142
Profesionalni rizik i povrede na radu 145
Strategije zaštite 146
2.4. Velika nadmorska visina kao zdravstveni činilac 149
Aklimatizacija i akutna visinska bolest 153
2.5. Balneoterapija i termomineralne vode 160
Vazdušne banje i zablude o lekovitom vazduhu 164

2.6. Radioaktivne banje - opasnost ili lečilište? 167
Prirodna radioaktivnost i radon 167
Radioaktivnost banjske vode 169
Da li je radonska terapija korisna? 172
2.7. Uticaj boravka u prirodnom okruženju na zdravlje 174

III DEO
SAVREMENE *WELLNESS* PRAKSE IZMEĐU DOKAZA I MARKETINGA

3. Savremene *wellness* prakse između dokaza i marketinga 181
3.1. Sauna i zdravlje 181
Efekti boravka u sauni na zdravlje i smrtnost 182
Bezbednost boravka u sauni 184
3.2. Krioterapija i termoterapija u *wellness* i spa praksi 185
3.3. Vežbanje u vodi 190
3.4. Hiperbarična terapija kiseonikom između medicine i *wellness* ponude 192
Medicinski prihvaćene indikacije 194
Primene koje klinička istraživanja zasad ne podržavaju 198
Neželjena dejstva, kontraindikacije i tehnička bezbednost 199
3.5. Starenje i *antiaging* strategije 200
Zašto starimo - evoluciona i ćelijska objašnjenja 200
Starenje na ćelijskom nivou 206
Karakteristike i potrebe osoba u starijem životnom dobu 207
Produženje života u dobrom zdravlju 211
Šta možemo da naučimo od stanovnika plavih zona? 217
3.6. Aromaterapija kao komplementarni pristup zdravlju 219
Hemijski sastav, biljno poreklo i načini primene etarskih ulja 222
Klinički dokazi o delotvornosti aromaterapije i granice njihovog tumačenja 225
Neželjeni efekti i bezbednost primene etarskih ulja 229
3.7. Detoks tretmani između medicine i marketinga 232
3.8. Suplementi u *wellness* i spa praksi - koristi, očekivanja i rizici 235
Vitaminski i mineralni suplementi - kada više nije i bolje 239
Kako prepoznati neutemeljene zdravstvene tvrdnje? 243

IV DEO
ZDRAVSTVENI RIZICI PUTOVANJA I BORAVKA NA DESTINACIJI

4. Zdravstveni rizici putovanja i boravka na destinaciji 251
4.1. Infekcije na bazenima 251
Uzročnici infekcija povezanih sa bazenima i načini prenosa 253
Antropogeno opterećenje bazenske vode i proračuni kapaciteta 260
Tehnički sistemi obrade vode, hidraulika i dezinfekcija 261
Strategije prevencije i higijenske mere za kontrolu rizika 263
4.2. Astma i zatvoreni bazeni 264
Hlorisanje vode i nastanak hloramina 264
Zdravstveni efekti trihloramina 265
Ventilacija i održavanje bazena 267
4.3. Zdravstveni rizici putovanja avionom 268
Kosmičko zračenje tokom leta 268
Dugotrajno sedenje tokom leta i rizik od venske tromboze 271
4.4. Morska bolest i druge tegobe izazvane kretanjem 276
4.5. Dekompresiona ili ronilačka bolest 279
4.6. Putnička dijareja kao zdravstveni problem tokom i nakon putovanja 282
Pojam i definicija putničke dijareje 282
Učestalost i geografske razlike 282
Vreme pojave i trajanje bolesti 283
Funkcionalna procena težine putničke dijareje 284
Uzročnici, putevi prenosa i period inkubacije putničke dijareje 285
Faktori rizika i osetljivost putnika 288
Prevencija putničke dijareje 291
Postupanje kada se putnička dijareja razvije 294
Perzistentna dijareja i posledice nakon putovanja 299
4.7. Hrana i voda tokom putovanja i boravka na destinaciji: zdravstveni rizici i mere prevencije 301
Bolesti prenosive hranom 302
Zdravstvena ispravnost vode, pića i leda tokom putovanja 317
Bezbednost hrane i vode u različitim oblicima putovanja 320
Ugostiteljska i organizovana ishrana turista 325

Upravljanje bezbednošću hrane u turizmu 333
Ulična hrana (*street food*) i lokalna gastronomija 343
Bezbednost hrane u specifičnim turističkim okruženjima 348
4.8. Zarazne bolesti i drugi biološki rizici tokom putovanja: procena i prevencija 355
Zarazne bolesti tokom putovanja 358
Otrovne životinje i envenomacije tokom putovanja 385

Literatura **393**

Predgovor

Ovaj udžbenik je namenjen studentima Univerziteta Singidunum na studijskom programu Turizam, hotelijerstvo i ekonomija hrane, a svojim sadržajem može biti od koristi i studentima viših nivoa studija u srodnim oblastima. Njegov cilj je da studentima približi zdravstvene aspekte putovanja i boravka u različitim sredinama i pruži osnovu za promišljeno oblikovanje turističke i ugostiteljske ponude. Znanja o funkcionisanju organizma, životnim navikama i uticajima okruženja omogućavaju potpunije razumevanje potreba gostiju i odgovornije odlučivanje o sadržajima, uslugama i uslovima boravka. U osnovi takvog pristupa nalazi se pažnja prema čoveku, njegovom zdravlju, mogućnostima i očekivanjima.

Udžbenik polazi od tema bliskih svakodnevnom životu, poput stresa, sna, ishrane i fizičke aktivnosti, i povezuje ih sa uslovima putovanja i osobenostima destinacija. Razmatraju se značaj kvaliteta vazduha i vode, kao i uticaji boravka na moru, sunčevog zračenja, visokih temperatura i nadmorske visine na zdravlje. U okviru balneologije obrađuju se mogućnosti i ograničenja primene prirodnih lekovitih činilaca i njihovo mesto u zdravstvenom turizmu.

Posebno mesto zauzimaju savremene wellness prakse, zdravo starenje i procena tvrdnji o zdravstvenim koristima različitih proizvoda i usluga. U oblasti u kojoj se naučna saznanja prepliću sa tradicijom, ličnim iskustvima i marketingom, važno je razumeti na čemu se zasnivaju obećane koristi i koliko su pouzdani dokazi koji ih potkrepljuju. Istraživanja i primeri navedeni u tekstu treba da pomognu studentima da razviju kritički odnos prema takvim tvrdnjama, uz razumevanje ograničenja postojećih saznanja i razlika među ljudima.

U završnim poglavljima pažnja je dodatno usmerena na putničku dijareju, bezbednost hrane i vode, zarazne bolesti i druge biološke rizike povezane sa putovanjem. Ove teme razmatraju se u kontekstu različitih oblika turizma i ugostiteljstva, uslova boravka i ponašanja putnika, uz poseban osvrt na higijenske principe, bezbednost hrane i značaj odgovarajućih standarda i preventivnih mera. Poseban značaj dat je prepoznavanju okolnosti koje mogu povećati zdravstveni rizik i mogućnostima njegove prevencije pre, tokom i nakon putovanja.

Pojedine tematske celine udžbenika autorke su obradile u skladu sa svojim oblastima stručnog i naučnog rada. Svetlana Stanišić Drakulić autorka je poglavlja koja se odnose na životni stil i zdravlje, uticaj destinacije i prirodnih činilaca, wellness prakse i druge zdravstvene aspekte putovanja, dok je Nataša Kilibarda obradila putničku dijareju, bezbednost hrane i vode, kao i zarazne bolesti i druge biološke rizike povezane sa putovanjem.

Namera nam je da ova knjiga podstakne radoznalost, povezivanje znanja i postavljanje promišljenih pitanja. Budućim stručnjacima u turizmu, hotelijerstvu i ekonomiji hrane zdravstvena pismenost može pomoći u osmišljavanju usluga, komunikaciji sa gostima i prepoznavanju situacija u kojima je potrebna saradnja sa zdravstvenim stručnjacima. Volele bismo da stečena znanja studentima ostanu bliska i korisna i posle položenog ispita, pri donošenju profesionalnih odluka, u svakodnevnim izborima i u brizi o sopstvenom zdravlju i zdravlju drugih.

Prof. Svetlana Stanišić Drakulić
Prof. Nataša Kilibarda Beograd, 2026.


I Deo



ŽIVOTNI STIL, STRES, SAN I ZDRAVLJE SAVREMENOG PUTNIKA

1. ŽIVOTNI STIL, STRES, SAN I ZDRAVLJE SAVREMENOG PUTNIKA

1.1. STRES, OD NEPOSREDNE MOBILIZACIJE ORGANIZMA DO POSLEDICA HRONIČNOG STRESA

Uticaj stresa i emocionalnih stanja na zdravlje počiva na tesnoj i neprekidnoj povezanosti nervnog, endokrinog i imunskog sistema, koji ne funkcionišu kao samostalne celine, već kao integrisana mreža odgovorna za prilagođavanje organizma promenama u spoljašnjoj i unutrašnjoj sredini. Ovaj proces prilagođavanja promenama tradicionalno se opisuje u okviru ***Selye*-ovog sindroma opšte adaptacije**, kroz tri faze:

- početnu fazu neposredne **mobilizacije**,
- period **produženog otpora stresoru**,
- **stanje iscrpljivanja** adaptivnih kapaciteta ukoliko opterećenje dugo traje, a mogućnost oporavka izostane.

Premda savremena fiziologija ove stadijume više ne posmatra kao strogo odvojene niti prihvata sva prvobitna objašnjenja njihovog nastanka, takva struktura ostaje korisna jer pokazuje kako odgovor koji je u početku delovao zaštitno i bio neophodan, usled dugotrajnog ili učestalog aktiviranja može postati izvor fiziološke disregulacije.

Kada osoba neku situaciju proceni kao opasnu, preteću ili takvu da prevazilazi njene trenutne mogućnosti savladavanja, u mozgu se gotovo istovremeno aktiviraju simpatički deo autonomnog nervnog sistema[1] i osovina hipotalamus-hipofiza-nadbubrežna žlezda.[2] U prvim trenucima preovlađuje **reakcija odbrane**, poznata u engleskoj literaturi kao *fight-or-flight response*, čija je svrha da organizam pripremi za savladavanje opasnosti ili brzo udaljavanje od nje. Oslobađanje **adrenalina** i **noradrenalina** povećava srčanu frekvenciju i snagu srčane kontrakcije, dok se krvotok preusmerava od kože i organa čiji rad u tom trenutku nije presudan, naročito od digestivnog sistema, ka srcu, plućima,

1 *Autonomni nervni sistem upravlja funkcijama koje se najvećim delom odvijaju bez svesne kontrole, kao što su rad srca, krvnih sudova i organa za varenje. Njegov simpatički deo naročito se aktivira u situacijama napora i opasnosti, kada ubrzava rad srca, menja raspodelu krvi i mobiliše energiju. Parasimpatički deo, nasuprot tome, dominantnije učestvuje u stanju odmora, varenju i oporavku.*

2 *HPA ili hipotalamus-hipofiza-nadbubrežna žlezda osovina predstavlja hormonski sistem odgovora na stres. Hipotalamus podstiče hipofizu da luči određeni hormon koji zatim stimuliše koru nadbubrežne žlezde da oslobađa kortizol. Za razliku od veoma brzog simpatičkog odgovora (ubrzava rad srca, menja raspodelu krvi i mobiliše energiju), ovaj mehanizam razvija se nešto sporije i posebno je važan kada stres traje duže.*

skeletnim mišićima i mozgu. Disanje se ubrzava kako bi se povećalo snabdevanje tkiva koja učestvuju u odgovoru na stres kiseonikom, dok se stvaranje digestivnih sokova i pokretljivost gastrointestinalnog trakta privremeno smanjuju, jer varenje u takvoj situaciji gubi prioritet. Istovremeno, jetra razgrađuje uskladišteni glikogen[3] i oslobađa glukozu u krvotok, čime se obezbeđuje brzo dostupan izvor energije, a lučenje znoja se povećava prvenstveno radi odavanja toplote i održavanja telesne temperature. Ove nagle promene same po sebi ne predstavljaju poremećaj, već efikasan mehanizam preživljavanja, oblikovan tako da u kratkotrajnoj opasnosti prednost dobiju budnost, brzina reakcije i fizička spremnost, dok se procesi poput varenja, rasta, reprodukcije i dugoročne obnove tkiva privremeno potiskuju.

Ako opasnost ili zahtevna okolnost ne prestanu nakon početne mobilizacije, organizam prelazi u period produženog prilagođavanja, tokom kojeg se sve izraženije ispoljava delovanje kortizola. Njegova uloga jeste da omogući održavanje odgovora na stres i nakon što su brzo dostupne rezerve energije delimično potrošene. **Kortizol** podstiče glukoneogenezu, odnosno stvaranje glukoze iz aminokiselina, utiče na razgradnju proteina i preraspodelu energetskih rezervi, a takođe ograničava procese koji nisu neophodni za preživljavanje. Istovremeno povećava osetljivost krvnih sudova na dejstvo drugih hormona i nervnih signala koji ih sužavaju, čime doprinosi održavanju krvnog pritiska tokom produženog odgovora na stres. Održavanju krvnog pritiska dodatno pogoduje i zadržavanje natrijuma i vode, koje pomaže očuvanju zapremine krvi.

Kada je stres ograničenog trajanja, prestanak opasnosti prati postepeno smirivanje simpatičkog odgovora, snižavanje koncentracije hormona stresa i povratak organizma u fiziološku ravnotežu. Međutim, kada je stres hroničan, često se ponavlja ili između pojedinačnih perioda opterećenja nema dovoljno vremena za oporavak, hormoni stresa prestaju da budu samo prolazni posrednici prilagođavanja i postaju deo dugotrajno aktiviranog sistema. Time se povećava kumulativna fiziološka cena stalnog prilagođavanja, koja se ne ispoljava kao iscrpljivanje jedne pojedinačne rezerve, već kao postepeno narušavanje sposobnosti različitih sistema da se pravilno aktiviraju i međusobno usklade. U takvim okolnostima mogu se razviti povišen krvni pritisak, poremećena regulacija glukoze[4] i masti u krvi, smanjena osetljivost na insulin, nakupljanje visceralnog masnog tkiva,[5] poremećaji sna i druge nepovoljne promene u radu kardiovaskularnog,

3 *Glikogen je rezervni oblik glukoze koji se najvećim delom skladišti u jetri i skeletnim mišićima i predstavlja važan izvor energije tokom fizičke aktivnosti.*

4 *Glukoza je krvni šećer.*

5 *Visceralno masno tkivo nalazi se u trbušnoj duplji oko unutrašnjih organa. Za razliku od potkožnog masnog tkiva, njegova veća količina snažnije je povezana sa insulinskom rezistencijom, poremećajem metabolizma masti i povećanim kardiovaskularnim rizikom.*

digestivnog i imunskog sistema, čime hronični stres doprinosi povećanom riziku od pojedinih bolesti i nepovoljnijem toku nekih već postojećih oboljenja, uključujući maligne bolesti.

Na nivou imunskog sistema, pod dejstvom adrenalina i noradrenalina imunske ćelije se privremeno preraspodeljuju iz krvi i limfnih organa ka koži, plućima i sluzokožama, odnosno ka mestima na kojima bi u slučaju povrede ili prodora mikroorganizama odbrana mogla biti najpotrebnija. Takva mobilizacija ima zaštitnu ulogu dok stres traje, jer organizam na ograničeno vreme povećava spremnost za odgovor na moguću povredu ili infekciju. Kratkotrajna mobilizacija može delom da objasni svima poznato iskustvo da se tegobe ponekad jave tek po završetku veoma napornog perioda, kao na primer nakon ispita, važnog poslovnog roka ili tokom prvih dana odmora. To ne znači da se infekcija odlaže dok stres traje, ona može već biti u razvoju, ali akutni stres smanjuje doživljaj umora, bola i malaksalosti. Kada neposredna mobilizacija prestane, simptomi koji su do tada bili slabo izraženi postaju uočljiviji.

Kada je organizam dugo pod stresom, kortizol ograničava pojedine imunske procese kako bi sačuvao energiju za prilagođavanje stresnim okolnostima. Produženo delovanje ovog hormona može smanjiti stvaranje citokina,[6] usporiti umnožavanje limfocita i oslabiti aktivnost T-limfocita i prirodnih ćelija ubica,[7] važnih za odbranu od virusnih infekcija i uklanjanje oštećenih ili izmenjenih ćelija. Za osobu koja je dugo pod stresom to može značiti veću podložnost infekcijama, sporiji oporavak i slabiji imunski odgovor.

Imunske ćelije vremenom postaju i manje osetljive na protivzapaljensko dejstvo kortizola, pa se istovremeno mogu javiti dve naizgled suprotne pojave. Na prvom mestu registruje se **slabija odbrana od pojedinih uzročnika**, a pored toga se održava blago, **dugotrajno zapaljenje u telu**. Takva neravnoteža može usporiti zarastanje rana, produžiti oporavak posle bolesti i nepovoljno uticati na stanja u kojima hronično zapaljenje ima značajnu ulogu.

Važnu, a često previđenu kariku u ovoj povezanosti predstavlja i crevna barijera.[8] Hormoni stresa, promenjena regulacija gastrointestinalnog trakta i poremećaji sastava crevne mikrobiote mogu povećati propustljivost crevnog epitela, usled čega bakterijski proizvodi i drugi molekuli lakše dolaze u kontakt sa imunskim sistemom. Istovremeno, smanjena digestivna sekrecija i promenjena

6 *Citokini su mali signalni proteini pomoću kojih ćelije, naročito ćelije imunskog sistema, međusobno komuniciraju i regulišu zapaljenje, aktivaciju i kretanje imunskih ćelija (interleukin 6 je jedan od njih koji spominjemo kasnije).*

7 *Prirodne ćelije ubice (NK, engl. natural killer cells) mogu da prepoznaju i uništavaju određene virusom inficirane i izmenjene ćelije bez prethodne specifične imunizacije.*

8 *Crevna barijera obuhvata sloj epitelnih ćelija, njihove međusobne veze, sluz, mikrobiotu i lokalne imunske mehanizme koji omogućavaju apsorpciju hranljivih materija, a istovremeno ograničavaju prolazak mikroorganizama i njihovih proizvoda iz creva u unutrašnju sredinu organizma.*

pokretljivost creva, koje su u akutnoj situaciji fiziološki opravdane, u dužem roku mogu doprineti mučnini, stomačnoj nelagodnosti, poremećajima pražnjenja creva i drugim problemima sa varenjem.

Završni stadijum sindroma opšte adaptacije na stres, označen kao **iscrpljivanje**, danas se objašnjava kao postepeni **gubitak regulatorne fleksibilnosti organizma**, odnosno kao stanje u kojem organski sistemi više ne uspevaju da se pravovremeno aktiviraju, međusobno usklade i postignu fiziološku ravnotežu. Takvo stanje može se ispoljiti trajnim umorom, poremećajem sna, smanjenom koncentracijom, emocionalnom razdražljivošću, sporijim oporavkom i pogoršanjem postojećih bolesti.

Na zdravstvene posledice stresa snažno utiče i **način na koji osoba nastoji da ublaži ili izbegne neprijatno stanje**. Alkohol, upotreba cigareta, psihoaktivne supstance, prejedanje, prekomerna upotreba digitalnih sadržaja, impulsivna kupovina, emocionalni ispadi, kompulzivna ponašanja, povlačenje i prepuštanje osećanju bespomoćnosti mogu pružiti kratkotrajno olakšanje ili privremeno odvratiti pažnju, ali dugoročno povećavaju fiziološko opterećenje, narušavaju san, pogoršavaju metaboličko i kardiovaskularno zdravlje i dodatno remete imunski odgovor. Posledice stresa zato ne nastaju samo neposredno, dejstvom hormona stresa, već i posredno, preko promena ponašanja, ishrane, sna, fizičke aktivnosti i odnosa sa drugim ljudima.

UTICAJ PSIHOLOŠKOG STRESA NA IMUNSKE PROCESE

Uticaj psihološkog stresa na imunske procese pokazuje eksperiment u kojem je jedanaest studenata stomatologije dobilo malu, standardizovanu ranu prečnika 3,5 mm na tvrdom nepcu, najpre tokom letnjeg raspusta, a zatim ponovo tri dana pre važnog ispita, tako da je svaki ispitanik istovremeno predstavljao i sopstvenu kontrolu. Iako su rane bile jednake veličine i nastale na istom mestu, tokom ispitnog perioda bilo je potrebno u proseku tri dana više da potpuno zarastu, što odgovara produženju vremena zarastanja od približno 40%. Ovaj rezultat pokazuje da **psihološko opterećenje može usporiti složene procese zarastanja** koji obuhvataju početnu zapaljensku reakciju, uklanjanje oštećenih ćelija, stvaranje novog tkiva i obnavljanje epitela.

Sličan efekat zabeležen je u istraživanju sa 42 zdrava bračna para, koji su dva puta proveli po 24 časa u bolničkoj istraživačkoj jedinici, pri čemu su tokom jedne posete vodili podržavajući razgovor, dok su tokom druge raspravljali o temi oko koje se ne slažu. Nakon konfliktnog razgovora standardizovane male rane zarastale su brzinom koja je iznosila približno 72% brzine zabeležene

posle podržavajuće interakcije, dok je kod parova sa izraženijim neprijateljskim ponašanjem brzina zarastanja iznosila svega oko 60% u odnosu na učesnike čija je komunikacija bila manje konfliktna.

Stres može uticati i na podložnost infekciji što je pokazano u istraživanju u kojem su 394 zdrava dobrovoljca u kontrolisanim uslovima dobila kapi za nos sa jednim od pet respiratornih virusa, dok je kontrolna grupa od 26 osoba primila fiziološki rastvor, a prethodno su kod svih učesnika procenjeni nivo psihološkog stresa, negativna emocionalna stanja i opterećenje životnim događajima. Verovatnoća razvoja kliničke prehlade postepeno se povećavala sa porastom procenjenog stresa, pa su **osobe sa najvišim nivoom stresa imale približno dvostruko veće izglede da se razbole** od onih kod kojih je stres bio najniži. Posebna vrednost ovog istraživanja jeste u tome što su ispitanici bili izloženi virusu pod jednakim i kontrolisanim uslovima, pa je dobijena razlika odražavala različitu sposobnost organizma da nakon istog virusnog izazova spreči razvoj klinički ispoljene infekcije.

Odmor nije odmah i telesni odmor

Već je napomenuto da se često umor, glavobolja, bolovi ili simptomi nalik prehladi javljaju tek nakon završetka veoma napornog perioda, tokom vikenda ili prvih dana odmora. Za ovu pojavu predložen je naziv leisure sickness (na srpskom se prevodi kao 'bolest slobodnog vremena' ili 'sindrom vikend-razboljevanja'), iako ona nije jasno definisana bolest niti je njen mehanizam u potpunosti razjašnjen. Slično tome, zabeleženo je da se kod nekih osoba akutni kardiovaskularni događaji javljaju upravo u prvim danima putovanja ili odmora, što ne treba tumačiti kao posledicu samog opuštanja. Putovanje često donosi novi skup problema, kao što su nedostatak sna, dugo sedenje ili vožnja, promena klime i nadmorske visine, dehidracija, obilniji obroci, alkohol i nagli fizički napor kod osoba koje inače nisu aktivne. Kod ljudi sa postojećim kardiovaskularnim rizikom upravo kombinacija ovih faktora može predstavljati dodatno opterećenje.

OD „NAJVEĆEG ŽIVOTNOG STRESA“ DO SAVREMENOG RAZUMEVANJA STRESORA

Često smo mogli naići na podatak da je na skali životnog stresa smrt supružnika najviše rangirana, dok razvod i bračno razdvajanje zauzimaju naredna mesta. Ipak, originalna studija *Social Readjustment Rating Scale* Holmesa i Rahea iz 1967. godine nije bila zamišljena kao univerzalna hijerarhija ljudske patnje, niti je merila koliko tuge, straha ili psihološkog bola određeni događaj izaziva kod svakog pojedinca. Autori su nastojali da procene **koliku promenu u dotadašnjem načinu života neki događaj zahteva, odnosno koliko prilagođavanja novim**

okolnostima podrazumeva, pa su za 43 životna događaja odredili prosečan broj jedinica životne promene, koje su se zatim sabirale kao pokazatelj ukupnog opterećenja u određenom periodu. Zbog toga su se na listi, pored smrti, razvoda, bolesti i gubitka zaposlenja, nalazili i brak, trudnoća, izuzetno lično postignuće, promena posla ili odlazak na odmor, jer i poželjna promena može zahtevati reorganizaciju vremena, navika, odgovornosti i odnosa sa drugim ljudima.

Istorijski značaj ove skale bio je veliki, jer je omogućila da se nagomilavanje životnih promena poveže sa kasnijim zdravstvenim ishodima, ali je njeno osnovno ograničenje bilo upravo pretpostavljanje približno jednake težine istog događaja kod veoma različitih ljudi. Razvod može biti izvor dugotrajnog konflikta, finansijske nesigurnosti i gubitka kontakta sa decom, ali može predstavljati i završetak nasilnog ili izrazito nepovoljnog odnosa. Gubitak posla može biti prolazna smetnja za osobu koja brzo nalazi drugo zaposlenje, a egzistencijalna kriza za nekoga ko ostaje bez prihoda, zdravstvenog osiguranja i mogućnosti da izdržava porodicu. Na sličan način, trudnoća može biti željena, podržana i radosna promena, ali i događaj praćen zdravstvenim, partnerskim i materijalnim teškoćama. Savremenija istraživanja stresa zato više ne polaze od pretpostavke da naziv događaja sam po sebi dovoljno opisuje njegovo dejstvo, već uzimaju u obzir trajanje, ponavljanje, životni kontekst i resurse kojima osoba raspolaže.

Kasnije revizije skale pokazale su da se procena težine životnih događaja menja zajedno sa društvenim okolnostima. U odnosu na prvobitnu skalu, u kojoj su brak i porodica zauzimali posebno istaknuto mesto, veći značaj dobile su promene povezane sa **radom, profesionalnom nesigurnošću i poremećajima radnih uloga**. Potrebu za proširivanjem prvobitne skale potvrđuje i to što su ispitanici u novijem istraživanju među iskustvima koja u njoj nedostaju najčešće navodili **probleme sa mentalnim zdravljem, smrt kućnog ljubimca i emigraciju**.

Drugi pravac istraživanja pomerio je pažnju sa retkih i dramatičnih događaja na svakodnevne i hronične teškoće, koje pojedinačno ne moraju biti intenzivne, ali se ponavljanjem akumuliraju i povećavaju ukupno fizičko i psihičko opterećenje. U istraživanju sprovedenom na 1 170 odraslih osoba iz francuskog i nemačkog govornog područja Švajcarske, veća izloženost finansijskim, zdravstvenim, emotivnim, ekološkim i profesionalnim teškoćama bila je povezana sa manjim životnim zadovoljstvom, što nije neobično. Ovaj nalaz podseća da stres ne proizlazi samo iz jasno omeđenih događaja poput smrti, razvoda ili gubitka posla, već i iz dugotrajnog manjka novca, nesigurnosti zaposlenja, svakodnevnih konflikata, zdravstvenih tegoba, usamljenosti, buke, zagađenja, administrativnih obaveza i trajnog osećaja da zahtevi premašuju raspoložive mogućnosti.

Savremeno okruženje donelo je i stresore koji 1967. godine nisu postojali u današnjem obliku. Hol i saradnici su 2021. godine razvili **skalu digitalnog stresa od 24 stavke**, koja razlikuje pritisak stalne dostupnosti, anksioznost u vezi sa društvenim odobravanjem, strah od propuštanja događaja ili sadržaja, preopterećenost porukama i komunikacijama i neprekidno onlajn prisustvo. Kao i prethodno navedene svakodnevne teškoće, ovi fenomeni ne uklapaju se lako u klasični model jednog velikog životnog događaja. Oni odražavaju zahteve okruženja u kojem se od pojedinca očekuje da bude stalno dostupan, odgovara na poruke, prati tok informacija i upravlja sopstvenim javnim predstavljanjem, što u dužem roku može biti veoma stresno.

Česte zablude o stresu

1. Svaki stres je štetan.

Kratkotrajni stres je normalan i adaptivan odgovor organizma koji povećava budnost, mobiliše energiju i priprema organizam za brzo reagovanje. Problem nastaje kada je stres prejak, dugotrajan, često ponavljan ili kada nema dovoljno vremena za oporavak.

2. Čim odemo na odmor, stres prestaje.

Putovanje može doneti nove stresore, kao što su organizacija puta, kašnjenja, gužve, nedostatak sna, promena klime, finansijski troškovi, konflikti među saputnicima i stalna digitalna dostupnost. Zbog toga prvi dani odmora ne moraju odmah predstavljati period potpunog fiziološkog oporavka.

3. Samo neprijatni događaji mogu biti stresni.

I poželjne promene, poput braka, trudnoće, novog posla, velikog uspeha ili putovanja, mogu zahtevati značajno prilagođavanje i zato predstavljati stresore.

4. Ako osoba dobro funkcioniše pod stresom, stres joj ne škodi.

Subjektivni osećaj kontrole i sposobnost da se obave svakodnevni zadaci ne znače da nema fiziološkog odgovora. Promene u radu nervnog, hormonskog, kardiovaskularnog i imunskog sistema mogu postojati i kod osobe koja spolja deluje veoma smireno i funkcionalno.

1.2. SAN KAO SLOŽENO FIZIOLOŠKO STANJE I UČESTALOST POREMEĆAJA SPAVANJA

San se dugo opisivao kao stanje mirovanja tokom kojeg se organizam privremeno povlači iz aktivnosti. Međutim, savremena fiziologija ukazuje na to da je reč o dinamičnom, precizno organizovanom procesu u kojem se tokom noći smenjuju različiti obrasci moždane aktivnosti, mišićnog tonusa, disanja, kardiovaskularne regulacije i hormonskog lučenja. Nastupanje sna i njegovo trajanje zavise od **cirkadijalnog sistema**,[9] koji usklađuje spavanje sa smenom dana i noći, i potrebe za snom, koja raste sa dužinom prethodne budnosti. Kvalitet sna ne može se procenjivati samo prema broju sati provedenih u postelji, već i prema tome da li je san dovoljno neprekidan, pravilno vremenski raspoređen i očuvane strukture, jer, na primer, osoba može provesti osam sati u krevetu, a ipak se probuditi neodmorena ukoliko je san često prekidan.

Na osnovu elektroencefalografske aktivnosti, pokreta očiju i mišićnog tonusa, san se deli na fazu bez brzih pokreta očiju, odnosno NREM san, i fazu brzih pokreta očiju, poznatu kao REM san. NREM san obuhvata tri stadijuma:

- N1 predstavlja kratki prelaz iz budnosti u laki san,
- N2 zauzima najveći deo ukupnog vremena spavanja,
- N3 odgovara dubokom, sporotalasnom snu, iz kojeg se osoba teže budi i koji je naročito zastupljen u prvim časovima noći.

Nakon NREM stadijuma nastupa REM san, obeležen intenzivnom moždanom aktivnošću, brzim pokretima očiju i izrazitim smanjenjem tonusa skeletnih mišića. Snovi su tokom REM faze obično življi i složeniji, ali se mogu javiti i tokom NREM sna, pa REM nije jedini stadijum u kojem čovek sanja. Jedan ciklus NREM i REM sna traje od **80 do 110 minuta**, uz značajne individualne razlike, a tokom uobičajene noći ponavlja se četiri do šest puta. Kako noć odmiče, duboki N3 san postaje kraći, dok se REM periodi postepeno produžavaju.

Potreba za snom najveća je u najranijem životnom dobu, a zatim se postepeno menja sa sazrevanjem nervnog sistema i organizacijom dnevnih aktivnosti. Mala deca mogu provesti u snu značajan deo dana, deci školskog uzrasta uglavnom je potrebno između devet i dvanaest sati, adolescentima osam do deset, dok se zdravim odraslim osobama preporučuje najmanje sedam sati sna, pri čemu mnogima odgovara raspon od sedam do devet sati. Kod osoba starijih od 65 godi-

9 *Cirkadijalni ritam/cirkadijalni sistem je unutrašnji biološki sistem koji usklađuje san i budnost, lučenje hormona, telesnu temperaturu i druge fiziološke procese sa smenom svetlosti i tame. Centar za regulaciju cirkadijalnog ritma reaguje na svetlost, koja predstavlja najvažniji spoljašnji signal za njegovo podešavanje.*

na preporučeni raspon iznosi približno sedam do osam sati, a san u poznijem dobu često postaje plići i isprekidan, a češće se registruje i kratko spavanje tokom dana. Individualne razlike postoje, ali se one ne mogu određivati samo prema subjektivnom utisku da se neko navikao na kraći san, jer **hronično neispavane osobe** često potcenjuju stepen sopstvenog umora i pad funkcionalnih sposobnosti. Preporučena količina sna ne razlikuje se prema polu, iako žene češće prijavljuju poremećaje spavanja, naročito tokom trudnoće, menopauze i perioda povećanih porodičnih i profesionalnih obaveza.

Epidemiološka istraživanja često pokazuju povezanost u obliku slova U između trajanja sna i kardiovaskularnog rizika, pri čemu se najpovoljniji ishodi registruju kod osoba koje spavaju približno sedam do osam sati. Dva kraja ove krive verovatno nemaju isto značenje. Za hronično kratak san postoje ubedljiviji dokazi da doprinosi porastu krvnog pritiska, poremećaju metabolizma glukoze u krvi i razvoju kardiovaskularnih bolesti, dok veoma dugo spavanje češće može biti posledica već postojećeg lošeg zdravlja, depresivnosti, smanjene fizičke aktivnosti, poremećaja sna ili drugih bolesti. Na sličan način treba tumačiti i povezanost **dugih dnevnih dremki** sa većim zdravstvenim rizikom, jer one često nisu uzrok problema, već pokazatelj nedovoljnog ili isprekidanog noćnog sna, neprepoznate apneje,[10] hroničnog umora ili već narušenog zdravstvenog stanja.

Jedna velika studija sprovedena na 90 903 učesnika *UK Biobank* navodi da su osobe koje su vikendom spavale znatno duže nego radnim danima imale približno 19% manji rizik od kardiovaskularnih bolesti u odnosu na ispitanike kod kojih je ta razlika bila najmanja.[11] Ovaj rezultat se ponekad pojednostavljeno predstavlja kao dokaz da se posledice neispavanosti mogu ispraviti dužim spavanjem tokom vikenda. Verovatnije je, međutim, da su u grupi sa najmanjim produženjem sna tokom vikenda bili ljudi koji su vikendom spavali kraće nego radnim danima, zatim ljudi koji imaju velike porodične i profesionalne obaveze, sklonost alkoholizmu, kockanju ili druge životne okolnosti koje same povećavaju kardiovaskularni rizik.

10 *Opstruktivna apneja u snu je poremećaj kod kojeg tokom spavanja dolazi do ponavljanog suženja ili zatvaranja gornjih disajnih puteva i privremenih prekida disanja, što remeti kvalitet sna i snabdevanje organizma kiseonikom.*

11 *Kako tumačiti veličinu rizika? Pri tumačenju zdravstvenih rizika važno je razlikovati relativni i apsolutni rizik. Apsolutni rizik je stvarna verovatnoća da će se neki događaj dogoditi u određenom periodu, dok relativni rizik poredi tu verovatnoću između dve grupe. Na primer, ako se rak kod osoba koje ne koristi cigarete javlja kod 10 od 1 000 ljudi, a kod pušača kod 13 od 1 000, apsolutni rizik u prvoj grupi je 1%, a u drugoj 1,3%. Apsolutno povećanje rizika iznosi 3 slučaja na 1 000 ljudi, dok relativno povećanje iznosi 30%. Zato tvrdnja da izloženost povećava rizik od raka za 30% ne znači da će 30 od 100 dodatnih ljudi dobiti rak; u ovom primeru radi se o tri dodatna slučaja na 1 000 ljudi. Ako je početni rizik veći, na primer 200 od 1 000 ljudi, isti relativni porast od 30% povećao bi rizik na 260 od 1 000. Tada bi apsolutno povećanje iznosilo 60 slučajeva na 1 000 ljudi.*

Među poremećajima spavanja posebno mesto zauzima **insomnija**, koja se ne svodi na povremenu noć tokom koje osoba teže zaspi, već podrazumeva ponavljane teškoće sa uspavljivanjem, održavanjem sna ili preranim buđenjem, uprkos tome što postoje odgovarajući uslovi za spavanje. Hroničnim teškoćama se smatraju one koje se pojavljuju najmanje tri noći nedeljno i traju tri meseca ili duže, a posledice insomnije su umor preko dana, razdražljivost i smanjena koncentracija. Najnovija globalna procena, zasnovana na sistematskom pregledu literature do septembra 2024. godine, navodi da klinički značajnu hroničnu insomniju ima približno 16,2% odraslih, odnosno oko 852 miliona ljudi, dok se procenjuje da od teške insomnije pati 7,9% odrasle populacije, a učestalost je bila veća kod žena u svim uzrasnim grupama. Ove brojke ipak treba posmatrati kao procenu globalnog opterećenja, budući da su odgovarajući nacionalni podaci bili dostupni za samo 31 zemlju ili teritoriju.

Insomnija najčešće nema jedan uzrok, već nastaje međusobnim delovanjem predispozicije, događaja koji je pokreće i obrazaca koji je kasnije održavaju. Kod pojedinih osoba postoji urođena ili stečena sklonost ka lakšem razbuđivanju i izraženijoj reakciji na stres, nakon čega bolest, bol, emotivni gubitak, profesionalno opterećenje, finansijska neizvesnost, trudnoća, menopauza ili promena životnog ritma mogu pokrenuti prve teškoće sa spavanjem. Problem zatim može opstati i kada prvobitni povod oslabi, jer se razvija zabrinutost zbog sna, neprekidno proveravanje vremena, produženo ležanje u postelji, dnevno spavanje i nastojanje da se san izazove voljnim naporom, čime se spavaća soba sve više povezuje sa stanjem budnosti i napetosti. Poremećaju dodatno mogu doprineti depresija i anksiozni poremećaji, hronični bol, respiratorne i gastrointestinalne tegobe, noćno mokrenje, rad u smenama, često menjanje vremenskih zona, buka, svetlost, nepovoljna temperatura prostorije, nedovoljna fizička aktivnost, kao i kofein, nikotin, alkohol, psihoaktivne supstance i pojedini lekovi. Psihološki činioci često imaju veoma značajnu ulogu, zbog čega je kognitivno-bihejvioralna terapija za insomniju preporučena kao početni tretman, pošto ne deluje samo na trenutnu napetost već i na misli, navike i obrasce ponašanja koji održavaju problem.

Treba reći da sredstva koja u početku mogu izazvati pospanost ne moraju poboljšati strukturu sna. Alkohol često skraćuje vreme potrebno da se zaspi, ali kasnije tokom noći utiče na fragmentaciju sna i broj buđenja. Kanabis, naročito proizvodi koji sadrže tetrahidrokanabinol, kod povremenih korisnika može biti povezan sa bržim uspavljivanjem, ali savremena istraživanja ne pokazuju poboljšanje sna, dok se pri redovnoj upotrebi mogu razviti tolerancija i zavisnost od supstance kao uslova za uspavljivanje.

Drugi veoma rasprostranjen, a često neprepoznat poremećaj sna jeste **apneja**, kod koje tokom spavanja dolazi do ponavljanih prekida disanja ili znatnog smanjenja protoka vazduha, što je praćeno padom koncentracije kiseonika i kratkim razbuđivanjima kojih osoba najčešće nije svesna. Savremeno polisomnografsko[12] prepoznavanje ovog poremećaja razvilo se nakon radova Gastauta, Tasinarija i Durona iz 1965. godine, koji su zabeležili ponavljane prekide disanja kod osoba sa određenim sindromom. Kod najčešćeg, opstruktivnog oblika, mišići ždrela tokom sna gube tonus, a gornji disajni put se sužava ili zatvara, zbog čega se disanje prekida uprkos očuvanom naporu grudnih mišića. Epizode se mogu ponoviti više desetina puta tokom jednog sata i često su praćene glasnim hrkanjem, gušenjem ili naglim uzimanjem vazduha, mada odsustvo glasnog hrkanja ne isključuje poremećaj. Posledica nije samo manje vremena provedenog u snu, već njegovo stalno prekidanje, pa osoba ujutru može imati utisak da je spavala dovoljno dugo, a ipak tokom dana osećati izraženu pospanost, umor, jutarnju glavobolju i teškoće sa pažnjom i koncentracijom.

Opstruktivna apneja u snu češća je kod osoba sa gojaznošću, jer naslage masnog tkiva u predelu vrata i ždrela povećavaju sklonost ka zatvaranju disajnog puta, ali rizik zavisi i od anatomije vilice i gornjih disajnih puteva, uzrasta, pola, menopauze, položaja tela tokom spavanja, upotrebe cigareta, alkohola i sedativnih supstanci koje dodatno smanjuju tonus mišića ždrela. Centralna apneja predstavlja ređi i u smislu mehanizma drugačiji poremećaj, kod kojeg privremeno izostaje odgovarajući nervni podsticaj respiratornim mišićima. Ona se češće povezuje sa srčanom slabošću, neurološkim bolestima, moždanim udarom, primenom opioida, boravkom na velikoj nadmorskoj visini i poremećajima regulacije disanja, pa gojaznost, za razliku od opstruktivne apneje, nije njen osnovni faktor rizika. Alkohol i sedativi mogu pogoršati oba oblika jer menjaju kontrolu disanja i sposobnost razbuđivanja u trenutku pada koncentracije kiseonika.

Razmere ovog poremećaja znatno su veće nego što broj postavljenih dijagnoza pokazuje. Najšire korišćena globalna analiza procenila je da je 2019. godine oko 936 miliona odraslih uzrasta od 30 do 69 godina imalo blagu do tešku opstruktivnu apneju, dok je približno 425 miliona imalo umeren ili težak oblik, pri čemu veliki deo slučajeva ostaje neprepoznat. Najnoviji pregledi navode da se, zavisno od primenjenih dijagnostičkih kriterijuma, učestalost među odraslima kreće približno od 9% do 38%, uz naročito visoku prevalenciju kod starijih osoba i ljudi sa gojaznošću. Najčešće primenjivana terapija jeste kontinuirani pozitivni pritisak u disajnim putevima, odnosno CPAP, pri kojem uređaj preko maske održava

12 *Polisomnografija je dijagnostičko snimanje sna tokom kojeg se istovremeno prate moždana aktivnost, pokreti očiju, mišićni tonus, disanje, koncentracija kiseonika u krvi, srčani ritam i drugi fiziološki pokazatelji. Predstavlja osnovnu metodu za precizno određivanje stadijuma sna i dijagnostiku brojnih poremećaja spavanja.*

blago povišen pritisak vazduha i tako sprečava zatvaranje ždrela. Hirurško lečenje nije opšta ni prva mogućnost za svakog pacijenta, već se razmatra kod odabranih anatomskih uzroka ili kada druge mere nisu dovoljne.

UTICAJ SNA NA IMUNSKI ODGOVOR

Imunska odbrana ima sopstvenu dnevno-noćnu organizaciju, u okviru koje se različiti procesi smenjuju prema potrebama organizma. Tokom budnosti izraženija je spremnost za odgovor na kontakt sa mikroorganizmima ili nastanak povrede, dok se tokom noćnog sna stvaraju povoljniji uslovi za obradu antigena,[13] aktiviranje limfocita i oblikovanje imunske memorije. Nedovoljno trajanje sna, njegovo često prekidanje i spavanje u vreme koje nije usklađeno sa prirodnim cirkadijalnim ritmom mogu podstaći blago sistemsko zapaljenje i umanjiti sposobnost organizma da se efikasno suprotstavi infekciji.

Posebno značajan jeste **duboki, sporotalasni san, koji preovlađuje u prvim časovima noći** i tokom kojeg slabi dejstvo kortizola, adrenalina i noradrenalina, dok se pojačava lučenje hormona rasta i prolaktina. Takvo hormonsko okruženje podstiče interakciju između imunskih ćelija i omogućava da se informacije o prepoznatom antigenu delotvornije prenesu T-limfocitima, koji se potom aktiviraju, umnožavaju i jednim delom pretvaraju u ćelije dugotrajne memorije. San na taj način učestvuje u učvršćivanju imunskog iskustva, slično procesu kojim se tokom noći stabilizuju informacije stečene učenjem.

Primeri

U istraživanju Pratera i saradnika iz 2015. godine praćeno je trajanje sna kod 164 zdrave odrasle osobe, nakon čega su ispitanici u kontrolisanim uslovima karantina bili izloženi rinovirusu, pa se mogla ispitati povezanost prethodnog obrasca spavanja sa razvojem kliničke prehlade. Rezultati su pokazali da su osobe koje su tokom prethodne nedelje spavale manje od pet sati imale približno 4,5 puta veće izglede da razviju prehladu od onih koje su spavale sedam ili više sati, dok su kod ispitanika sa pet do šest sati sna ti izgledi bili povećani približno 4,2 puta. Nasuprot tome, kod osoba koje su spavale između šest i sedam sati nije bilo značajnog povećanja rizika. Ovi nalazi ukazuju da veoma kratko spavanje, naročito kraće od šest sati, može znatno umanjiti sposobnost organizma da se odbrani od respiratornog virusa.

13 *Antigen je molekul koji imunski sistem može prepoznati kao cilj imunskog odgovora, na primer deo virusa ili bakterije ili sastojak vakcine.*

Uticaj sna na stvaranje imunske memorije ilustruju i eksperimenti sprovedeni nakon vakcinacije, mada njihovi rezultati pokazuju da odgovor nije isti za sve antigene i sve oblike poremećaja sna. U studiji Langea i saradnika, ispitanici koji su normalno spavali tokom noći nakon vakcinacije protiv hepatitisa A imali su četiri nedelje kasnije gotovo dvostruko viši titar specifičnih antitela[14] od onih koji su tokom te noći bili potpuno lišeni sna, a razlika se održala i tokom kasnijeg praćenja, što govori u prilog tome da san neposredno nakon susreta sa antigenom može doprineti učvršćivanju imunske memorije. Međutim, u manjoj studiji sa vakcinom protiv pandemijskog H1N1 gripa jedna noć bez sna nije dovela do trajnog smanjenja titra antitela sedam nedelja kasnije, što pokazuje da organizam u pojedinim okolnostima može nadoknaditi jednokratni poremećaj sna, bar kad je u pitanju efekat na imunski sistem. Dodatnu potvrdu značaja kontinuiteta sna pružila je studija iz 2026. godine, u kojoj je miševima san prekidan na svaka dva minuta tokom njihovog uobičajenog perioda odmora, počevši dve nedelje pre vakcinacije protiv gripa. Nakon vakcinacije i kasnijeg izlaganja visokoj dozi virusa, životinje sa fragmentisanim snom imale su niže titre neutrališućih antitela, veću količinu virusa u plućima i slabije preživljavanje od vakcinisanih životinja koje su normalno spavale. U pratećem opservacionom delu istog rada, među više od 1,8 miliona vakcinisanih odraslih osoba grip je tokom narednih 180 dana zabeležen kod 0,7% osoba sa opstruktivnom apnejom u snu i kod 0,4% osoba koje su bile deo kontrolnog uzorka, što odgovara približno 70% većem relativnom riziku, ali se ovaj nalaz ne može pripisati isključivo fragmentaciji sna, budući da je apneja često udružena sa povremenim nedostatkom kiseonika, gojaznošću i drugim metaboličkim poremećajima.

UTICAJ SNA NA OPŠTE STANJE I ZDRAVLJE

Značaj sna daleko prevazilazi njegov uticaj na imunitet, jer se tokom noći istovremeno usklađuju obnova tkiva, energetski metabolizam, rad srca i krvnih sudova, obrada informacija i emocionalna stabilizacija. Duboki, sporotalasni san ima posebno mesto u ovim procesima, budući da je sa njim vremenski povezano najveće **noćno oslobađanje hormona rasta**. Ovaj hormon podržava sintezu proteina, obnovu oštećenih tkiva, održavanje mišićne mase i mobilizaciju masnih kiselina, dok se tokom prvih časova sna istovremeno smanjuju dejstvo kortizola i aktivnost simpatičkog nervnog sistema. Organizam se tako iz stanja dnevne mobilizacije energije postepeno preusmerava ka obnovi, održavanju i očuvanju svojih rezervi.

14 *Titar antitela predstavlja meru količine specifičnih antitela u uzorku krvi i koristi se kao jedan od pokazatelja jačine imunskog odgovora.*

Jedna od najuočljivijih posledica neispavanosti jeste **promena osećaja gladi i odnosa prema hrani**, pri čemu veći unos hrane kod neispavane osobe ne proizlazi samo iz toga što ona duže ostaje budna i ima više prilika da jede. U eksperimentu Špigel i saradnika, nakon dve noći tokom kojih su zdravi mladi muškarci spavali samo četiri sata, koncentracija leptina, hormona koji prenosi informaciju o energetskim rezervama i doprinosi osećaju sitosti, bila je niža za oko 18%, dok je koncentracija grelina, koji podstiče glad, porasla za približno 28%.[15] Subjektivni osećaj gladi povećao se za 24%, a želja za hranom za 23%, pri čemu je naročito porastao interes za visokokalorične namirnice bogate ugljenim hidratima. Kasnija istraživanja pokazala su da hormonski obrazac ne mora biti jednak kod svih ljudi, ali su potvrdila širi zaključak da nedostatak sna kod mnogih osoba pojačava glad, povećava učestalost uzimanja hrane i **čini moždane centre za nagradu osetljivijim na energetski bogate namirnice**. Nedostatak sna istovremeno **slabi sposobnost prefrontalnih delova mozga da obuzdaju impulsivne izbore**. U jednom istraživanju dvanaest zdravih osoba bez gojaznosti tokom četrnaest dana spavalo je samo četiri sata umesto devet. U tom periodu unosile su više energije, naročito iz masti, povećale telesnu masu i nagomilale više visceralnog masnog tkiva. U drugom istraživanju, sprovedenom među odraslim osobama sa prekomernom telesnom masom koje su uobičajeno spavale kraće od šest i po sati, produženje sna tokom dve nedelje bilo je praćeno smanjenjem dnevnog energetskog unosa za približno 270 kilokalorija (kcal), bez propisivanja dijete. Ovi rezultati pokazuju da očuvan san predstavlja jedan od činilaca koji olakšavaju regulisanje apetita i energetskog unosa.

Uporedo sa promenama apetita, **nedostatak sna umanjuje sposobnost organizma da pravilno raspolaže glukozom**. Insulin tada manje efikasno podstiče mišićne i masne ćelije da preuzmu glukozu iz krvi, pa je za isti metabolički efekat potrebno njegovo veće lučenje. Eksperimentalna istraživanja pokazala su da je i nekoliko noći skraćenog sna dovoljno da smanji osetljivost na insulin, pa je u jednom ispitivanju ukupna insulinska osetljivost opala za oko 25%, a periferna za približno 29%. U novijem istraživanju, u kojem su žene tokom šest nedelja prosečno spavale oko 6,2 sata, kraće nego što su uobičajeno spavale, takođe je zabeleženo smanjenje insulinske osetljivosti.

Odnos sna i metabolizma glukoze je dvosmeran. Izražena noćna hipoglikemija, naročito kod osoba koje koriste insulin ili određene lekove za dijabetes, aktivira lučenje adrenalina, kortizola i glukagona, čime organizam pokušava da podigne koncentraciju glukoze u krvi. Takva reakcija može biti praćena znojenjem, nemirom, živopisnim snovima i naglim buđenjem. Metabolička bolest tako može remetiti kontinuitet sna, a nedovoljan i fragmentisan san zauzvrat može pogoršati insulinsku osetljivost i otežati održavanje stabilne glikemije.

15 *Leptin se pretežno stvara u masnom tkivu i učestvuje u dugoročnom signaliziranju energetskih rezervi i sitosti, dok se grelin najvećim delom luči u želucu i učestvuje u podsticanju gladi.*

Tokom mirnog i dubokog sna smanjuju se srčana frekvencija, krvni pritisak i aktivnost simpatičkog nervnog sistema, čime **srce i krvni sudovi dobijaju period relativnog fiziološkog rasterećenja**. Kada je san skraćen ili često prekidan, ovaj noćni pad krvnog pritiska postaje manje izražen, dok simpatička aktivnost ostaje povišena. Eksperimentalna istraživanja pokazuju da svega nekoliko noći delimično skraćenog sna može poremetiti ovu kardiovaskularnu regulaciju, što pomaže da se objasni kako hronično nedovoljan san, naročito kada je udružen sa gojaznošću, upotrebom cigareta, fizičkom neaktivnošću ili apnejom, doprinosi razvoju hipertenzije i dugoročnom povećanju kardiovaskularnog rizika.

Posledice nedostatka sna naročito se brzo uočavaju u radu mozga. Produžena budnost **otežava održavanje pažnje, produžava vreme reagovanja i slabi radnu memoriju, planiranje i procenu rizika**, pri čemu neispavana osoba često potcenjuje stepen sopstvenog pada sposobnosti. Istovremeno se menja emocionalna obrada informacija. Nakon neprospavane noći amigdala snažnije reaguje na neprijatne sadržaje, dok je njena funkcionalna povezanost sa prefrontalnim oblastima, koje učestvuju u kontroli emocionalnih reakcija, oslabljena.[16] Zbog toga se lakše javljaju razdražljivost, prenaglašene reakcije na manje teškoće, povećana osetljivost na odbacivanje i sklonost da se neutralni događaji protumače u negativnijem smislu. San ne uklanja životne probleme, ali omogućava mozgu da ih narednog dana sagledava uz bolje rasuđivanje i veću emotivnu stabilnost.

Tokom sna odvijaju se i procesi značajni za održavanje hemijske ravnoteže u moždanom tkivu i uklanjanje proizvoda metabolizma. U istraživanju sprovedenom na 20 zdravih osoba, jedna noć bez sna bila je povezana sa povećanim prisustvom beta-amiloida[17] u desnom hipokampusu i talamusu, dok su noviji podaci pokazali niže koncentracije beta-amiloida i tau proteina u cerebrospinalnoj tečnosti nakon sna nego posle produžene budnosti.[18] Ovakvi nalazi ukazuju na to da je **redovan san važan za uklanjanje metaboličkih proizvoda iz mozga**, dok bi dugotrajno narušavanje tih procesa moglo predstavljati jedan od mehanizama koji povezuju poremećaje spavanja sa ubrzanim starenjem mozga i povećanom podložnošću neurodegenerativnim promenama.

16 *Prefrontalni korteks obuhvata prednje delove moždane kore uključene u planiranje, kontrolu impulsa, donošenje odluka i regulaciju emocionalnih reakcija. Amigdala je struktura duboko u mozgu koja učestvuje u brzom prepoznavanju emocionalno značajnih, naročito potencijalno pretećih nadražaja.*

17 *Beta-amiloidi su proteini koji imaju fiziološke uloge u nervnom sistemu, ali se njihovo abnormalno nakupljanje i promenjeni oblici povezuju sa neurodegenerativnim procesima, naročito sa Alchajmerovom bolešću.*

18 *Cerebrospinalna tečnost je bistra tečnost koja okružuje mozak i kičmenu moždinu, učestvuje u njihovoj mehaničkoj zaštiti i razmeni materija sa moždanim tkivom.*

San utiče i na način na koji se bol registruje, obrađuje i podnosi. U kontrolisanim eksperimentima **prekidanje sna snizilo je prag za toplotni bol, smanjilo toleranciju na hladan bolni nadražaj i pojačalo procese centralne senzibilizacije**,[19] pri kojima nervni sistem na ponovljene ili relativno slabe nadražaje odgovara sve intenzivnijim doživljajem bola. Tako se uspostavlja začarani krug u kojem bol otežava uspavljivanje i održavanje sna, dok loš san narednog dana povećava osetljivost na bol i umanjuje sposobnost suočavanja sa njim. Ovaj odnos posebno je značajan kod hroničnih muskuloskeletnih oboljenja, fibromialgije, glavobolja i drugih stanja u kojima kvalitet sna može bitno odrediti doživljaj težine simptoma.

MESTO SUPLEMENATA I ŽIVOTNIH NAVIKA U POBOLJŠANJU SNA

Kada teškoće sa spavanjem postanu učestale, pristup ne bi trebalo započeti izborom suplementa, već utvrđivanjem razloga zbog kojeg je san poremećen. Kasno izlaganje svetlosti, nepravilan raspored spavanja, psihološka napetost, bol, depresivnost, menopauzalne tegobe, refluks, sindrom nemirnih nogu, apneja u snu i dejstvo pojedinih lekova zahtevaju različite pristupe, pa sredstvo koje pomaže jednoj osobi kod druge može ostati bez efekta ili privremeno prikriti osnovni problem. Kod hronične insomnije najbolje potvrđen početni tretman predstavlja kognitivno-bihejvioralna terapija za insomniju, koja postepeno menja način na koji osoba razmišlja o spavanju, smanjuje napetost povezanu sa odlaskom u postelju i ispravlja navike kojima se nesanica održava čak i kada je njen prvobitni uzrok već oslabio.

Među suplementima koji se koriste radi poboljšanja sna često se navodi **L-triptofan**, esencijalna aminokiselina od koje se u organizmu stvaraju serotonin, a zatim i melatonin. Zbog ograničenog broja kvalitetnih studija, smernice Američke akademije za medicinu spavanja ne preporučuju L-triptofan kao standardni tretman hronične insomnije, što ne znači da kod pojedinaca ne može imati povoljan efekat. Triptofan za ulazak u mozak koristi isti transportni sistem kao i nekoliko drugih aminokiselina, pa se one međusobno nadmeću za prolazak kroz krvno-moždanu barijeru. Iz te činjenice potiče pretpostavka da bi njegovo uzimanje odvojeno od obroka bogatog proteinima i uz manju količinu ugljenih hidrata moglo povećati njegovu relativnu dostupnost mozgu, jer insulin podstiče preuzimanje dela konkurentskih aminokiselina u periferna tkiva. Iako je takav mehanizam biohemijski moguć, nema dovoljno kliničkih dokaza da često preporučeno kombinovanje suplementa triptofana sa voćem ili drugim izvorom

19 *Centralna senzibilizacija označava povećanu nadražljivost nervnog sistema pri kojoj se signali bola pojačavaju, pa nadražaji koji su ranije izazivali slab bol mogu postati bolniji, a ponekad se bol javlja i na nadražaje koji inače nisu bolni.*

ugljenih hidrata predstavlja pouzdanu terapijsku strategiju za insomniju. Slično važi i za često preporučivano istovremeno uzimanje vitamina B6, niacina i magnezijuma. Vitamin B6 učestvuje kao kofaktor u sintezi serotonina, ali iz toga ne proizlazi da će njegova dodatna primena imati efekta, a osim toga dugotrajno uzimanje visokih doza vitamina B6 nije bezazleno, jer može oštetiti periferne nerve.

5-hidroksitriptofan, odnosno 5-HTP, neposredniji je prekursor[20] serotonina i zaobilazi prvi korak u njegovoj sintezi, zbog čega se često predstavlja kao delotvornija alternativa triptofanu. Takav zaključak, međutim, nije moguće izvesti samo iz njegovog mesta u biohemijskom putu. U manjem istraživanju kod starijih osoba 5-HTP je tokom ograničenog perioda poboljšao pojedine pokazatelje sna, naročito kod učesnika koji su na početku imali lošiji san, ali još nema dovoljno velikih i dugotrajnih istraživanja da bi se smatrao pouzdanim lekom za insomniju. Ne bi ga trebalo samostalno kombinovati sa antidepresivima koji povećavaju koncentraciju serotonina, pošto takve kombinacije mogu dovesti do opasnog serotoninskog sindroma.[21]

Melatonin ima drugačiju ulogu, jer on prvenstveno nije klasično sredstvo za uspavljivanje, već hormon koji mozgu prenosi informaciju da je nastupio period noći. Zbog toga može biti koristan u situaciji kada je poremećeno vreme spavanja, kao kod promena vremenskih zona ili rada u noćnim smenama, dok je njegov efekat kod hronične insomnije skromniji i manje dosledan. Preparati sa brzim oslobađanjem nisu se pokazali kao pouzdan tretman hronične nesanice, ali evropske smernice dopuštaju ograničenu upotrebu melatonina sa produženim oslobađanjem kod osoba starijih od 55 godina, obično u trajanju do tri meseca. Ova razlika je važna, jer dejstvo zavisi od farmaceutskog oblika, vremena uzimanja, uzroka poremećaja i uzrasta, pa melatonin ne treba posmatrati kao univerzalno i potpuno bezazleno rešenje.

Magnezijum se takođe često povezuje sa opuštanjem i boljim snom, ali su rezultati kliničkih istraživanja neujednačeni. U analizi tri mala ispitivanja sa ukupno 151 starijom osobom, suplementacija je u proseku skratila vreme potrebno za uspavljivanje za oko 17 minuta, dok produženje ukupnog vremena sna nije bilo statistički pouzdano.[22] Njegova primena ima najjasnije opravdanje kada postoji nedovoljan unos ili utvrđen deficit, dok se od suplementa kod osobe sa urednim statusom magnezijuma ne može očekivati pouzdano rešavanje insomnije.

---

20 *Prekursor je hemijska supstanca iz koje hemijskim reakcijama nastaje druga supstanca, može se reći hemijski prethodnik.*

21 *Serotoninski sindrom je potencijalno opasno stanje izazvano prekomernom serotonergičkom aktivnošću, najčešće usled kombinovanja više lekova ili supstanci koje povećavaju dejstvo serotonina. Može se ispoljiti nemirom, zbunjenošću, pojačanim znojenjem, ubrzanim radom srca, povišenom telesnom temperaturom, tremorom i pojačanim mišićnim refleksima.*

22 *Statistički značajan rezultat označava da je malo verovatno da je uočena razlika nastala isključivo slučajno, ali ne govori automatski da je efekat veliki, uzročno potvrđen ili važan za zdravlje. U veoma velikom uzorku i razlika od nekoliko minuta sna može biti statistički značajna, iako verovatno nema klinički značaj, odnosno nije dovoljno velika da primetno utiče na simptome, zdravlje ili funkcionisanje pojedinca.*

Suplementi mogu imati ograničene efekte na insomniju u određenim slučajevima, ali mnogo pouzdaniji temelj dobrog sna predstavlja **svakodnevno ponavljanje signala koji mozgu omogućavaju da jasno razlikuje dan od noći**. Ustajanje približno u isto vreme, izlaganje dnevnoj svetlosti u jutarnjim satima, redovna fizička aktivnost i smanjivanje intenziteta svetlosti i mentalne stimulacije pred spavanje učvršćuju cirkadijalni ritam, dok mirna, zamračena i prijatno hladna prostorija olakšava održavanje sna. Obilni i kasni obroci mogu izazvati osećaj težine, refluks i pokrenuti fiziološke procese koji ometaju uspavljivanje. Kofein je poželjno izbegavati u drugoj polovini dana, naročito kod osetljivih osoba, budući da njegovo poluvreme eliminacije[23] najčešće iznosi pet do šest sati, a kod nekih ljudi može biti znatno duže. Kao što je prethodno spomenuto, alkohol može prividno olakšati uspavljivanje, ali kako se tokom noći razgrađuje, san postaje plići i isprekidaniji, uz smanjenje REM sna i češća buđenja u drugom delu noći. Zbog opuštanja mišića ždrela, alkohol u kasnim satima može pogoršati i hrkanje i opstruktivnu apneju u snu.

Džet leg na putovanjima

Džet leg (jet lag) predstavlja jedan od najupečatljivijih primera koliko za kvalitet sna nije važno samo koliko spavamo već i kada spavamo. On nastaje nakon brzog prelaska kroz više vremenskih zona, kada se lokalno vreme na destinaciji ne poklapa sa vremenom unutrašnjeg cirkadijalnog sistema putnika. Drugim rečima, biološki sat još neko vreme „živi" prema mestu polaska, dok novi raspored zahteva da se spava, jede, radi i bude aktivan prema lokalnom vremenu. Zbog tog nesklada mogu se javiti teškoće sa uspavljivanjem ili prerano buđenje, dnevna pospanost, umor, smanjena pažnja i koncentracija, promena raspoloženja, slabija fizička i kognitivna sposobnost, ali i gastrointestinalne tegobe, jer cirkadijalni ritam ne prate samo san i lučenje melatonina već i brojni metabolički, hormonski i digestivni procesi.

Džet leg treba razlikovati od zamora usled samog putovanja. Dugo sedenje, neudoban položaj, buka, suv vazduh u kabini, promenjeno vreme obroka, stres zbog putovanja i skraćen san mogu izazvati umor. U praksi dolazi do preklapanja, pa putnik posle interkontinentalnog leta oseća iscrpljenost jer istovremeno trpi posledice nedostatka sna, samog putovanja i poremećaja biološkog sata. Velika studija objavljena 2025. godine pokazala je čak da poremećaj sna često počinje pre ulaska u avion, jer putnici noć uoči puta spavaju kraće, između ostalog zbog ranog ustajanja i vremena polaska leta.

***Prilagođavanje je u proseku teže nakon putovanja ka istoku nego ka zapadu.** Putovanjem na istok lokalni dan se prividno skraćuje i od organizma se zahteva da zaspi i probudi se ranije, dok putovanje na zapad produžava dan. Ljudski cirkadijalni sistem lakše ostvaruje ovo drugo pomeranje, što je povezano i sa činjenicom da je njegov unutrašnji period bez spoljašnjih vremenskih signala nešto duži od tačno 24 časa. Ipak, ova razlika predstavlja prosečan obrazac, a težina džet lega zavisi od broja pređenih vremenskih zona, vremena polaska i dolaska, hronotipa, prethodnog sna, izlaganja svetlosti i ponašanja na destinaciji.*

23 *Poluvreme eliminacije predstavlja vreme potrebno da se koncentracija neke supstance u organizmu smanji približno za polovinu. Zato kofein uzet kasno popodne kod dela ljudi može u značajnoj količini ostati prisutan i u vreme odlaska na spavanje.*

Koliko poremećaj može biti složen pokazuje do sada najveća analiza sna tokom putovanja objavljena 2025. godine. Analizirano je 1,5 miliona noći povezanih sa 64 847 putovanja dužih od 1 000 kilometara, koje je ostvarilo 57 240 korisnika Oura prstena iz Severne Amerike i Evrope. Istraživači su pratili objektivne pokazatelje sna tokom 15 dana pre i 15 dana posle putovanja i analizirali trajanje sna, vreme uspavljivanja i buđenja, strukturu sna, smer putovanja i broj pređenih vremenskih zona. Trajanje sna bilo je skraćeno tokom putovanja i neposredno nakon njega, ali se relativno brzo oporavljalo, pa se približno dva dana nakon dolaska razlikovalo od uobičajenog trajanja za svega oko 12 minuta. Vreme spavanja, međutim, prilagođavalo se mnogo sporije i u pojedinim analizama ni posle 15 dana nije bilo potpuno vraćeno na uobičajeni obrazac. Menjala se i struktura sna. Posle dužih putovanja ka istoku tokom prvih pet do šest dana kod najvećeg broja ispitanika san je bio lak i isprekidan. Što je putnik prelazio više vremenskih zona, poremećaj sna bio je izraženiji, a putovanja ka istoku uglavnom su remetila san više nego putovanja ka zapadu. Ovi rezultati pokazuju zašto subjektivni osećaj da se čovek „oporavio od puta" ne mora značiti da se cirkadijalni sistem potpuno prilagodio. Putnik već drugog ili trećeg dana može ponovo spavati sedam ili osam sati, ali to ne znači da spava u optimalnom delu dana niti da se arhitektura sna potpuno normalizovala. Jednostavno pravilo prema kojem je za prilagođavanje potreban jedan dan po vremenskoj zoni može poslužiti samo kao gruba orijentacija, a ne kao fiziološki zakon.

Najvažniji spoljašnji činilac kojim se cirkadijalni sistem ponovo usklađuje sa lokalnim vremenom jeste svetlost. Njeno dejstvo, međutim, zavisi od trenutka u kojem dospeva do oka, pa kod velikih promena vremenske zone nije dovoljno jednostavno savetovati putniku da se što više izlaže dnevnom svetlu, nego su važni i smer putovanja i vreme izlaganja. Eksperimenti pokazuju da se deo prilagođavanja može započeti još pre puta, što su potvrdili Burges i saradnici, koji su 28 zdravih mladih ispitanika pripremili za putovanje na istok tako što su tokom tri dana pomerali vreme odlaska na spavanje i ustajanja za jedan sat ranije.

Melatonin u slučaju džet lega ne deluje samo kao sredstvo koje može olakšati uspavljivanje već i kao signal za unutrašnji biološki sat. U jednoj studiji je učestvovalo 320 putnika koji su nakon leta ka istoku prešli šest do osam vremenskih zona. Tokom četiri večeri nakon dolaska dobijali su različite formulacije i doze melatonina ili placebo. Formulacije sa brzim oslobađanjem bile su delotvornije od preparata sa produženim oslobađanjem, a 5 mg melatonina poboljšalo je subjektivni kvalitet sna, skratilo vreme potrebno za uspavljivanje i smanjilo umor i dnevnu pospanost. U istoj studiji je i doza od 0,5 mg pokazala sličan efekat na većinu simptoma džet lega, dok je doza od 5 mg bila nešto efikasnija, što pokazuje da veća doza ne mora imati proporcionalno veći efekat. Rezultati, međutim, nisu u svim istraživanjima jednaki. Drugo istraživanje pratilo je 257 norveških lekara koji su posle petodnevnog boravka u Njujorku putovali šest vremenskih zona ka istoku, nazad u Oslo. Tri različita režima melatonina koja su analizirana nisu pokazala značajnu prednost u odnosu na placebo ni u ukupnoj težini džet lega ni u vremenu uspavljivanja, buđenja, trajanju sna ili dnevnom spavanju. Simptomi su u svim grupama bili najizraženiji neposredno posle povratka i zatim su se postepeno smanjivali tokom narednih pet dana.

Na osnovu iznetog proizlazi da priprema za boravak u novoj vremenskoj zoni može početi pre polaska. Dovoljno sna pre puta smanjuje deo zamora koji nema cirkadijalno poreklo, dok postepeno pomeranje vremena odlaska na početak tokom nekoliko dana pre dugog putovanja može smanjiti početni raskorak između unutrašnjeg i lokalnog vremena. Po dolasku su najvažniji redovan raspored spavanja i buđenja i pravilno tempirano izlaganje svetlosti. Kratko dnevno dremanje može ublažiti izraženu pospanost, ali duže spavanje tokom dana, naročito kasnije popodne, može otežati uspavljivanje uveče i usporiti prilagođavanje lokalnom vremenu, odnosno održavati biološki ritam vezan za mesto polaska.

Kod veoma kratkih putovanja, kada bi se putnik vratio kući u trenutku kada je počeo da se prilagođava novoj vremenskoj zoni, potpuna cirkadijalna adaptacija nije uvek ni korisna. Nasuprot tome, kod višenedeljnog boravka cilj je postepeno uskladiti san, svetlost, obroke i dnevnu aktivnost sa lokalnim vremenom.

Kada nestanu noć i dan

*Na visokim geografskim širinama smenjivanje svetlosti i tame poprima oblike koji su potpuno strani uslovima u kojima se ljudski cirkadijalni sistem najvećim delom razvijao. Zbog nagiba Zemljine ose, severno od Arktičkog i južno od Antarktičkog kruga tokom dela leta Sunce ne zalazi, dok tokom dela zime uopšte ne izlazi. Trajanje **polarnog dana** i **polarne noći** povećava se sa približavanjem polovima i na samim polovima dostiže približno polovinu godine. Na nešto nižim geografskim širinama javlja se blaži, turistima poznat **fenomen belih noći**, kada Sunce zađe, ali se spušta toliko malo ispod horizonta da se pravi noćni mrak ne razvija, pa produženi sumrak gotovo neprimetno spaja veče sa jutrom. Putnik tokom leta u severnoj Norveškoj, na Svalbardu, u Laponiji, na Grenlandu, Aljasci, severu Kanade i Rusije može zato biti izložen veoma dugom danu ili ponoćnom suncu, dok se na južnoj hemisferi najizraženiji oblici ovih pojava sreću na Antarktiku.*

*Za fiziologiju sna značaj ovih pojava ne proizlazi samo iz neobičnog doživljaja svetlosti u ponoć ili tame usred dana. **Svetlost predstavlja najvažniji spoljašnji signal, takozvani zeitgeber**, kojim se **unutrašnji biološki sat** svakodnevno usklađuje sa dvadesetčetvoročasovnim danom. Kada svetlosni signal oslabi, nestane ili se javlja u neuobičajeno vreme, može se promeniti vreme lučenja melatonina, a time i vremenski raspored spavanja i budnosti.*

Uticaj neprekidne letnje svetlosti dobro ilustruju istraživanja privremenih stanovnika polarnih predela. U jednom istraživanju praćeno je deset istraživača koji su tokom leta dve nedelje boravili na Svalbardu u uslovima polarnog dana, a njihovi rezultati upoređeni su sa merenjima izvršenim neposredno pre ekspedicije u Češkoj. Posle dve nedelje bez noćnog mraka početak večernjeg lučenja melatonina bio je pomeren ka kasnijim satima, ali cirkadijalna ritmičnost njegovog lučenja nije nestala. Autori su pretpostavili da je važnu ulogu u očuvanju ritma imao zajednički dnevni raspored ekspedicije, jer su istraživači ustajali, radili, jeli i odlazili na počinak u slično vreme. Čvrsto organizovan dnevni raspored tako je delimično nadomestio odsustvo prirodne granice između dana i noći i pomogao unutrašnjem satu da ostane vezan za približno dvadesetčetvoročasovni ciklus. Sličan uticaj produžene izloženosti svetlosti zabeležen je u kanadskoj vojnoj stanici Alert, na 82,5° severne geografske širine, jednom od najsevernijih stalno naseljenih mesta na svetu. Paul i saradnici ustanovili su da su ispitanici tokom juna, kada Sunce ne zalazi, u proseku spavali oko 50 minuta kraće nego ispitanici praćeni u januaru. U drugom istraživanju na istoj stanici osobe koje su između približno 22 i 2 časa bile više izložene svetlosti imale su kasniji početak lučenja melatonina i više teškoća sa spavanjem, dok je manja izloženost večernjoj svetlosti bila povezana sa pravilnije tempiranim ritmom lučenja melatonina i boljim snom. Primena melatonina kod dela ispitanika smanjila je subjektivni doživljaj teškoća sa spavanjem, ali nije značajno poboljšala objektivno merene parametre sna.

Tokom polarne noći problem je obrnut. Umesto produžene večernje svetlosti nestaje snažan jutarnji svetlosni signal koji biološki sat svakodnevno usklađuje sa početkom novog dana. Posledice takvih uslova praćene su u argentinskoj antarktičkoj stanici Belgrano II, gde se tokom godine smenjuje gotovo čitav raspon mogućih svetlosnih režima: od 18,6 sati prirodne svetlosti u martu, preko svega 2,8 sati u maju i potpunog odsustva dnevne svetlosti u julu, do 14,5 sati u septembru i 24 sata svetlosti u novembru. Tortelo i saradnici pratili su 82 muškarca koji su prezimljavali u stanici i ustanovili da se tokom polarne noći njihov ritam spavanja pomerao ka kasnijem vremenu. Ispitanici su kasnije odlazili na počinak, a istovremeno se povećavao i socijalni džet leg.

Socijalni džet leg *označava nesklad između vremena spavanja koje odgovara biološkom satu pojedinca i vremena koje mu nameću posao, škola i druge društvene obaveze. Najčešće se procenjuje razlikom između sredine perioda spavanja radnim i slobodnim danima. Ako neko radnim danom, na primer, spava od 23.30 do 6.30 časova, sredina njegovog sna je u 3.00 časa. Ako slobodnim danom spontano spava od 1.00 do 9.00 časova, sredina sna je u 5.00 časova, pa socijalni džet leg iznosi približno dva sata.*

Da posledice cirkadijalnog nesklada ne ostaju ograničene na vreme odlaska na spavanje pokazuje istraživanje Sleten i saradnika sprovedeno među 51 članom antarktičkih zimskih ekspedicija, prosečne starosti oko 46 godina. Tokom šest meseci učesnici su svakodnevno vodili dnevnike spavanja, jednom mesečno prolazili testiranja kognitivnih sposobnosti i psihološkog stanja, dok je cirkadijalna faza određivana dvodnevnim prikupljanjem urina i praćenjem ritma 6-sulfatoksimelatonina, glavnog metabolita melatonina. Prosečno trajanje sna iznosilo je 7,2 sata. Kod 34 od 50 ispitanika zabeležene su epizode spavanja u neodgovarajućoj cirkadijalnoj fazi, koje su činile 18,8% svih analiziranih epizoda. Kada su san i unutrašnji sat bili pravilno usklađeni, ispitanici su spavali prosečno 7,3 sata, dok je pri njihovoj neusklađenosti san trajao svega 6,1 sat. Nepovoljna cirkadijalna faza bila je povezana i sa lošijim raspoloženjem i slabijim učinkom na testovima, što pokazuje da za kvalitet odmora nije presudno samo koliko dugo čovek spava već i da li se san odvija u delu cirkadijalnog ciklusa koji je za njega biološki predviđen.

Još ekstremniji primer pruža nalaz sa antarktičke baze Cape Evans, iako je istraživanje obuhvatilo samo četiri osobe. Tokom 126 dana bez izlaska Sunca dobrovoljci, koji pritom nisu imali čvrsto strukturisan dnevni raspored, razvili su takozvane slobodno tekuće ritmove spavanja, melatonina, kortizola i drugih fizioloških pokazatelja. Njihov "unutrašnji dan" postepeno je prestao da bude precizno vezan za 24 časa, a sa povratkom sunčeve svetlosti svi praćeni ritmovi ponovo su se uskladili sa spoljašnjim danom. Ovaj nalaz pokazuje da kada nema ni prirodnog svetlosnog ciklusa ni dovoljno čvrste društvene organizacije dana, unutrašnji biološki ritam počinje da se razilazi sa dvadesetčetvoročasovnim vremenom.

Najveći deo ovih istraživanja sproveden je među vojnim osobljem i učesnicima višenedeljnih ili višemesečnih polarnih ekspedicija, pa njihove rezultate ne treba neposredno preslikavati na kratkotrajna turistička putovanja. Ipak, nalazi jasno ukazuju na mere koje mogu olakšati prilagođavanje. Tokom polarnog dana korisni su zamračivanje sobe, maska za oči, smanjena izloženost večernjoj svetlosti i dosledno vreme odlaska na spavanje, dok tokom polarne noći značaj dobijaju jako svetlo u prvom delu dana, fizička aktivnost i redovno vreme ustajanja, obroka i rada. Stabilan dnevni raspored može delimično nadomestiti slabiji svetlosni signal i pomoći očuvanju dvadesetčetvoročasovnog ritma.

1.3. KVALITET ŽIVOTA I ZDRAVLJE U URBANOJ SREDINI

Grad za savremenog čoveka nije samo mesto boravka, rada ili putovanja, već prostor u kojem se svakodnevno prepliću kretanje, saobraćaj, arhitektura, klimatski uslovi, buka, kvalitet vazduha, dostupnost vode i zelene površine. Bilo da živimo u određenom gradu ili ga posećujemo kao turisti, urbani stil života može predstavljati stalno opterećenje za organizam jer provodimo mnogo vremena u saobraćaju, krećemo se kroz bučne i zagađene zone i često imamo malo prilika za boravak u prirodnom i mirnom okruženju. Uz to turisti provode više vremena na otvorenom nego stanovnici grada, prelaze velike udaljenosti pešice i obilaze najprometnije gradske zone. U nastavku će zato biti razmotreno kako zagađenje vazduha, buka, izbor i bezbednost vode, kao i dostupnost zelenih površina, zajedno oblikuju zdravstvene uslove života u gradu i predstavljaju deo šireg urbanog stila života koji nas postepeno troši.

ZAGAĐENJE VAZDUHA U SPOLJAŠNJOJ SREDINI

Zagađenje vazduha predstavlja složenu i promenljivu smešu gasovitih jedinjenja, suspendovanih čestica i biološkog materijala čiji sastav i koncentracije zavise ne samo od intenziteta emisija već i od hemijskih reakcija u atmosferi, meteoroloških uslova, reljefa i prenosa vazdušnih masa. Sa stanovišta načina nastanka, zagađujuće materije dele se na primarne i sekundarne. **Primarne** se neposredno oslobađaju iz određenog izvora, kao što su azot-monoksid iz procesa sagorevanja, sumpor-dioksid iz goriva koja sadrže sumpor ili čađ koja nastaje pri nepotpunom sagorevanju. **Sekundarne zagađujuće materije**, nasuprot tome, ne moraju biti direktno emitovane, već nastaju naknadnim hemijskim i fotohemijskim reakcijama već prisutnih jedinjenja u atmosferi. Najpoznatiji primer je prizemni ozon, koji nastaje u složenim reakcijama azotovih oksida i isparljivih organskih jedinjenja pod dejstvom sunčevog zračenja. Sekundarnog porekla može biti i značajan deo finih suspendovanih čestica, koje se u atmosferi formiraju iz gasovitih prekursora, uključujući sumpor-dioksid, azotove okside, amonijak i organska jedinjenja.

Izvori iz kojih potiču primarne zagađujuće materije i prekursori sekundarnog zagađenja mogu biti **prirodni ili antropogeni**.[24] Prirodnim izvorima pripadaju, između ostalog, šumski požari, vulkanske erupcije, podizanje mineralne prašine iz sušnih oblasti, morski aerosol i oslobađanje biološkog materijala. U urbanim sredinama, međutim, presudan značaj najčešće imaju emisije povezane sa ljudskim aktivnostima, naročito saobraćajem, energetskim i industrijskim postrojenjima,

24 *Antropogene emisije predstavljaju emisije nastale ljudskim aktivnostima, za razliku od emisija koje potiču iz prirodnih procesa.*

individualnim ložištima, građevinskim radovima, poljoprivredom i spaljivanjem otpada. Relativni doprinos pojedinih izvora razlikuje se od grada do grada i može se znatno menjati tokom godine. U zonama intenzivnog saobraćaja, na primer, posebno su značajne emisije azotovih oksida, ugljen-monoksida i suspendovanih čestica, dok tokom grejne sezone u sredinama u kojima se koriste drvo, ugalj i druga čvrsta goriva može naglo porasti koncentracija finih čestica $PM_{2,5}$.[25]

Koncentracija zagađujuće materije u vazduhu koji ljudi udišu **ne zavisi samo od njene emitovane količine**. Nakon oslobađanja, zagađujuće materije mogu biti razređene, transportovane, hemijski izmenjene ili uklonjene iz atmosfere. Vetar doprinosi njihovom razređivanju i prenosu, ponekad na stotine ili hiljade kilometara, dok padavine uklanjaju deo suspendovanih čestica i rastvorljivih gasova. Nasuprot tome, stabilni atmosferski uslovi i **temperaturna inverzija**[26] mogu ograničiti vertikalno mešanje vazduha i dovesti do akumulacije zagađenja u sloju vazduha iznad tla. Zbog toga se tokom hladnih i mirnih zimskih dana u gradovima mogu javiti veoma visoke koncentracije suspendovanih čestica čak i kada se intenzitet emisija pojedinačnih izvora nije dramatično promenio.

Tokom toplog dela godine važniji mogu postati drugi atmosferski procesi. Intenzivno sunčevo zračenje ubrzava **fotohemijske reakcije** i pogoduje stvaranju prizemnog ozona, pa njegove najveće koncentracije često nisu zabeležene uz mesto emisije prekursora, već u područjima niz vetar od velikih urbanih i industrijskih centara. Prema tome, u istom gradu kvalitet vazduha može biti loš tokom zimskih večeri zbog visoke koncentracije suspendovanih čestica, a tokom sunčanih letnjih dana zbog visoke koncentracije **ozona**. Ovakve sezonske i prostorne razlike pokazuju da kvalitet vazduha nije jednostavan odraz količine zagađenja koja se oslobađa na jednom mestu, već rezultat međudelovanja emisija, atmosferske hemije, meteorologije i transporta vazdušnih masa. Mineralna prašina, dim šumskih požara i produkti industrijskih emisija mogu prelaziti granice država i kontinenata, pa lokalno pogoršanje kvaliteta vazduha ne mora nužno imati lokalno poreklo.

25 *$PM_{2,5}$ (particulate matter) su suspendovane čestice aerodinamičkog prečnika do 2,5 mikrometara, dovoljno sitne da prodiru duboko u respiratorni sistem.*

26 *Temperaturna inverzija je meteorološka pojava pri kojoj se iznad hladnijeg vazduha uz tlo nalazi topliji sloj vazduha. Takav raspored ograničava vertikalno mešanje atmosfere i može doprineti nagomilavanju zagađujućih materija neposredno iznad grada.*

Suspendovane čestice, gasovite zagađujuće materije i efekti na zdravlje

Suspendovane čestice nisu jedna hemijska supstanca, već smeša veoma sitnih čvrstih i tečnih čestica različitog porekla i sastava. Mogu sadržati mineralnu prašinu, čađ, sulfate, nitrate, metale, organske materije, polen i druge biološke čestice. U praćenju kvaliteta vazduha najčešće se razlikuju **PM_{10}, čestice prečnika do 10 μm, i sitnije ili fine $PM_{2,5}$, prečnika do 2,5 μm**. Krupna frakcija potiče od podizanja prašine sa zemljišta i kolovoza, gradilišta, habanja kočnica i pneumatika, rudarskih aktivnosti i prirodnih izvora, dok su fine čestice u većoj meri povezane sa sagorevanjem goriva u saobraćaju, industriji i individualnim ložištima, kao i sa hemijskim reakcijama u atmosferi.

Veličina čestica utiče na mesto njihovog taloženja u disajnom sistemu. Veći deo krupnijih čestica zadržava se u nosu, ždrelu i većim disajnim putevima, dok $PM_{2,5}$ mogu dospeti do plućnih alveola. Najsitnije čestice i pojedine njihove komponente mogu preći plućnu barijeru i dospeti u krvotok, pa tako delovati na udaljene organe. Postoje i sitnije **ultrafine čestice**, prečnika do 0,1 μm, koje su naročito brojne u blizini motora sa unutrašnjim sagorevanjem, aerodroma, luka, industrijskih postrojenja i drugih izvora sagorevanja. Za njih Svetska zdravstvena organizacija još nije izdala preporuke za graničnu vrednost, ali preporučuje sistematsko praćenje i smanjivanje emisija.

Osim čestica u vazduhu se nalaze brojne gasovite zagađujuće komponente. **Azot-dioksid** je gasovita zagađujuća materija koja nastaje prvenstveno pri sagorevanju goriva na visokim temperaturama. U urbanoj sredini važni izvori su drumski saobraćaj, sistemi grejanja, industrija i proizvodnja energije. Kao snažan oksidans nadražuje disajne puteve, pogoršava astmu i povezuje se sa smanjenom funkcijom pluća, dok istovremeno učestvuje u stvaranju prizemnog ozona i sekundarnih čestica. Njegove koncentracije mogu biti naročito visoke uz prometne saobraćajnice, na raskrsnicama i u uličnim kanjonima okruženim visokim zgradama.

Prizemni ozon se ne emituje neposredno iz auspuha ili dimnjaka, već nastaje u atmosferi iz azotovih oksida, ugljen-monoksida i isparljivih organskih jedinjenja. Za razliku od ozonskog sloja u stratosferi, koji štiti Zemlju od dela sunčevog ultraljubičastog zračenja, ozon u vazduhu koji se udiše deluje kao snažan oksidans. Može izazvati kašalj, osećaj pečenja u grudima, otežano disanje, smanjenje funkcije pluća i pogoršanje astme. Njegove koncentracije obično rastu tokom sunčanih i toplih dana, pa najnepovoljniji period ne mora biti jutarnji saobraćajni špic, već poslepodnevni deo dana kada su fotohemijske reakcije najintenzivnije.

Sumpor-dioksid nastaje uglavnom sagorevanjem goriva koja sadrže sumpor, posebno uglja i težih naftnih derivata, kao i u pojedinim metalurškim i industrijskim procesima. Dobro se rastvara u vodenom sloju sekreta na sluzokoži i može izazvati nadražaj disajnih puteva i bronhokonstrikciju, naročito kod osoba sa astmom. U atmosferi se oksiduje i učestvuje u stvaranju kiselih kiša. Njegov značaj se u mnogim evropskim zemljama smanjio zahvaljujući gorivima sa manjim sadržajem sumpora i tehnološkoj kontroli emisija, ali može ostati lokalno koncentrovan u blizini termoenergetskih, industrijskih i rudarsko-metalurških kompleksa.

Ugljen-monoksid je bezbojan gas bez mirisa koji nastaje nepotpunim sagorevanjem goriva. Vezivanjem za hemoglobin smanjuje sposobnost krvi da prenosi kiseonik, a veća izloženost može izazvati glavobolju, vrtoglavicu, slabost, poremećaje srčanog rada, gubitak svesti i smrt. Na otvorenom prostoru značajan izvor predstavlja saobraćaj, ali se mnogo opasnija trovanja obično javljaju u zatvorenim ili slabo provetrenim prostorima u kojima rade motori, peći, agregati ili drugi uređaji za sagorevanje.

Isparljiva organska jedinjenja obuhvataju veliku grupu supstanci koje potiču od goriva, rastvarača, industrijskih procesa, boja, saobraćaja, sagorevanja i brojnih proizvoda široke potrošnje. Njihovi efekti na zdravlje se razlikuju pa pojedina jedinjenja nadražuju oči i disajne puteve, dok je benzen dokazani kancerogen povezan sa leukemijom. Policiklični aromatični ugljovodonici nastaju pri nepotpunom sagorevanju organske materije, a u vazduhu su često vezani za suspendovane čestice. Dugotrajna izloženost pojedinim predstavnicima ove grupe povezana je sa malignim bolestima pluća i drugih organa.

Najvidljivije posledice zagađenog vazduha jesu nadražaj očiju i disajnih puteva, kašalj, otežano disanje i pogoršanje astme, ali se zdravstveni efekti zagađenja vazduha ne povezuju samo sa posledicama na respiratorni sistem. Čestice i reaktivni gasovi pokreću oksidativni stres[27] zbog čega se mogu javiti poremećaji funkcije endotela,[28] autonomne regulacije srca i krvnih sudova i sistema zgrušavanja krvi, što pomaže da se objasni povezanost epizoda zagađenja vazduha sa srčanim udarom, moždanim udarom, aritmijama i pogoršanjem srčane insuficijencije. Dugotrajna izloženost doprinosi razvoju ateroskleroze, hronične opstruktivne bolesti pluća, smanjene funkcije pluća i malignih bolesti.

27 *Oksidativni stres nastaje kada stvaranje reaktivnih hemijskih jedinjenja prevaziđe sposobnost antioksidativnih sistema da ih neutrališu, usled čega mogu biti oštećeni lipidi, proteini i genetski materijal ćelije.*

28 *Endotel je tanak sloj ćelija koji oblaže unutrašnjost krvnih sudova i učestvuje u regulisanju njihovog širenja, zgrušavanja krvi i zapaljenskih procesa.*

Međunarodna agencija za istraživanje raka svrstala je 2013. godine zagađenje spoljašnjeg vazduha u grupu 1, odnosno među faktore za koje postoje dovoljni dokazi da izazivaju rak kod ljudi. Ovakva klasifikacija ne znači da će svaka izložena osoba oboleti, već da je uzročna veza između izloženosti i malignih bolesti potvrđena na nivou populacije. Takođe, sve više istraživanja povezuje dugotrajnu izloženost zagađenom vazduhu i sa poremećenom regulacijom glukoze, dijabetesom tipa 2, oštećenjem bubrega, nepovoljnim ishodima trudnoće i promenama kognitivnih funkcija.

Posebno su osetljiva **deca, trudnice, starije osobe i ljudi sa astmom, hroničnom opstruktivnom bolešću pluća, kardiovaskularnim bolestima ili dijabetesom**. Kod dece se pluća i nervni sistem još razvijaju, dok starije i hronično obolele osobe imaju manju funkcionalnu rezervu za odgovor na dodatno opterećenje. Rizik zavisi i od intenziteta aktivnosti, jer se pri naporu povećava minutna ventilacija pluća, pa za isto vreme u organizam dospeva veća količina vazduha, a time i zagađujućih materija.

Prema proceni Svetske zdravstvene organizacije, 2019. godine čak **99%** svetskog stanovništva živelo je u područjima u kojima preporučene vrednosti kvaliteta vazduha nisu bile ostvarene. Iako se kvalitet vazduha u Evropi tokom poslednjih decenija popravlja, Evropska agencija za životnu sredinu procenjuje da je 2023. godine približno 95% stanovnika evropskih gradova bilo izloženo koncentracijama koje premašuju preporuke Svetske zdravstvene organizacije. Spoljašnje zagađenje vazduha povezano je sa približno **4,2 miliona prevremenih smrti godišnje**,[29] pri čemu najveći deo tereta potiče od ishemijske bolesti srca i moždanog udara, a zatim od hroničnih respiratornih bolesti, infekcija donjih disajnih puteva i raka pluća.

Kvalitet vazduha u Srbiji

U Srbiji se tokom prethodnih godina beleži postepeno smanjenje prosečnih koncentracija $PM_{2,5}$, ali suspendovane čestice ostaju najrasprostranjeniji problem kvaliteta vazduha. Prema proceni Evropske agencije za životnu sredinu, dugotrajnoj izloženosti $PM_{2,5}$ iznad smernice Svetske zdravstvene organizacije pripisano je **8 735 prevremenih smrti** u Srbiji tokom 2023. godine. Ova brojka predstavlja statističku procenu zdravstvenog tereta na nivou populacije, a ne broj osoba kod kojih je zagađenje moglo biti navedeno kao neposredni uzrok smrti.

29 *Atributivna ili pripisana smrtnost predstavlja statističku procenu broja smrtnih ishoda koji bi se u populaciji mogli izbeći kada bi se izloženost smanjila na referentni nivo.*

Godišnji izveštaj Agencije za zaštitu životne sredine za 2024. godinu pokazuje da je vazduh u brojnim urbanim sredinama i dalje bio svrstan u treću kategoriju, odnosno ocenjen kao prekomerno zagađen. Dominantan razlog u najvećem broju gradova bile su prekoračene vrednosti koncentracija suspendovanih čestica, dok je u Beogradu kategorizaciji doprinelo i povećano zagađenje azot-dioksidom. Među urbanim sredinama u kojima je tokom godine registrovano prekomerno čestično zagađenje nalazili su se, između ostalih, **Beograd, Novi Sad, Niš, Pančevo, Smederevo, Kosjerić, Užice, Valjevo, Kraljevo, Kruševac** i **Novi Pazar**.

Najvažnije izvore suspendovanih čestica u Srbiji predstavljaju individualna ložišta i sistemi daljinskog grejanja, uz doprinos termoelektrana na ugalj, industrije, saobraćaja i drugih lokalnih izvora. Problem je posebno izražen tokom **zime**, kada se emisijama iz ložišta pridružuju nepovoljni meteorološki uslovi. Svetska banka navodi da se u gradskim domaćinstvima bez pristupa centralnom ili daljinskom grejanju veliki deo objekata zagreva sagorevanjem drveta i uglja, često u energetski neefikasnim pećima i slabo izolovanim zgradama.

Kisele kiše i degradacija kulturnog nasleđa

Kisele kiše predstavljaju jedan od najpoznatijih primera da atmosferski problemi ne poznaju administrativne granice. Njihov naziv je pomalo neprecizan i u stručnoj literaturi se danas češće govori o **kiselom taloženju**, jer se kisela jedinjenja iz atmosfere na površinu Zemlje ne prenose samo kišom, već i snegom, maglom, kao i suvim taloženjem gasova i čestica. Ova razlika ima značaj pošto istraživanja pokazuju da na mermer i krečnjak veoma snažno može delovati i sumpor-dioksid koji se na njihovu površinu taloži tokom suvog vremena.

Prirodna kišnica nije potpuno neutralna. Rastvaranjem ugljen-dioksida iz vazduha u vodi nastaje mala količina ugljene kiseline, zbog čega se pH vrednost nezagađene kiše procenjuje na približno 5,6. Kod kiselih kiša pH vrednost je najčešće između 4,2 i 4,4. Razlika koja na prvi pogled izgleda mala zapravo je velika, jer je pH skala logaritamska, pa promena za jednu pH jedinicu znači približno desetostruku promenu koncentracije vodonikovih jona. U Sjedinjenim Državama je, na primer, prosečna pH vrednost padavina 1980. godine iznosila oko 4,6, što znači da je kiša bila oko deset puta kiselija od nezagađene kišnice.

Glavni prekursori kiselog taloženja su **sumpor-dioksid (SO_2) i azotovi oksidi (NO_x)**, koji se oslobađaju prvenstveno sagorevanjem fosilnih goriva u energetici, industriji i saobraćaju. U atmosferi se ova jedinjenja oksiduju i učestvuju u stvaranju sumporne i azotne kiseline, koje se zatim uklanjaju padavinama ili taloženjem na površine.

Povezanost industrijskog zagađenja i kiselosti padavina uočena je još sredinom XIX veka kada je škotski hemičar Robert Angus Smit 1852. godine, analizirajući kišnicu u okolini industrijskog Mančestera, njenu povećanu kiselost povezao sa **sagorevanjem uglja**, a svoja zapažanja sistematizovao je 1872. godine u knjizi *Air and Rain: The Beginnings of a Chemical Climatology*, u kojoj je upotrebio izraz *acid rain*. Međutim, razmere problema postale su jasne tek šezdesetih i sedamdesetih godina XX veka, kada su skandinavska istraživanja pokazala da jedinjenja sumpora iz industrijskih područja Velike Britanije i kontinentalne Evrope mogu vazdušnim strujanjima biti preneta stotinama kilometara i doprineti zakiseljavanju jezera i zemljišta u Norveškoj i Švedskoj. Time je postalo jasno da kisele kiše nisu samo lokalna posledica industrijskog zagađenja, već prekogranični problem, što ih je tokom druge polovine XX veka učinilo i važnim međunarodnim ekološkim i političkim pitanjem.

Posledice su bile naročito vidljive u jezerima Skandinavije, čija je geološka podloga imala malu sposobnost neutralizacije kiselina. U južnoj Norveškoj je između 1960. i 1990. površina područja u kojem su **riblje populacije bile oštećene zakiseljavanjem** porasla gotovo pet puta, a sredinom devedesetih procenjivalo se da su riblji fondovi bili pogođeni na oko 85 000 km^2. Slični problemi zabeleženi su u Švedskoj, gde su **hiljade jezera tokom druge polovine XX veka postale znatno kiselije**. Danas je stanje mnogo bolje, mada švedska Agencija za zaštitu životne sredine procenjuje da je približno jedno od deset jezera i dalje zakiseljeno usled ljudskih aktivnosti.

Problem kiselih kiša imao je još jednu manje očiglednu posledicu koja je od posebnog značaja za turizam, a to je **ubrzano propadanje kulturnog nasleđa**. Najosetljiviji su **spomenici i građevine od krečnjaka i mermera**, jer se oba materijala u velikoj meri sastoje od kalcijum-karbonata, $CaCO_3$, dok su granit i silicijumski peščari bili otporniji na slabe kiseline. Na otvorenim površinama posledica kiselih padavina je postepeno rastvaranje kamena, njegovo hrapavljenje i gubitak najfinijih detalja reljefa i skulpture.

Dakle, kada sumporna kiselina iz zagađenog vazduha dođe u kontakt sa mermerom pretežno izgrađenim od kristala kalcita, odnosno kalcijum-karbonata, dolazi do stvaranja kalcijum-sulfat dihidrata, odnosno gipsa:

$$CaCO_3 + H_2SO_4 + H_2O \rightarrow CaSO_4 \cdot 2H_2O + CO_2$$

Izraz da se "**mermer pretvara u gips**" nije samo slikovit opis, već na površini mermera zaista dolazi do hemijske promene kalcita, a ovaj proces započinje i taloženjem sumpor-dioksida direktno iz vazduha, njegovim rastvaranjem u tankom filmu vlage na kamenu i naknadnom oksidacijom sumpornih jedinjenja, zbog čega spomenik može biti oštećen i tokom perioda bez kiše.

Na površinama koje su neposredno izložene padavinama nastali gips se delimično rastvara i ispira. Time se uklanja tanak sloj materijala, otvara nova površina mermera i proces može da se nastavi. Na zaklonjenim delovima, ispod venaca, u udubljenjima reljefa i na drugim površinama koje kiša ne ispira, gips ostaje na kamenu. Njegovi beli kristali stvaraju poroznu mrežu u kojoj se zadržavaju čađ, prašina, metalne čestice i drugi atmosferski zagađivači, pa se vremenom stvaraju karakteristične crne kore. Kada kora postane dovoljno debela, može da se odvaja zajedno sa delom originalne površine kamena, ostavljajući iza sebe neravnu podlogu.

Kod obične građevinske površine gubitak nekoliko desetina mikrometara kamena godišnje može dugo ostati neprimetan, ali na licu statue, natpisu ili finom ornamentu takav proces tokom decenija vodi nepovratnom gubitku kontura i detalja. Jedan od najpoznatijih primera štetnih efekata kiselih padavina predstavlja **atinski Akropolj**. Mermer od kojeg su izgrađeni Partenon, Erehtejon i druge građevine vekovima je bio izložen prirodnom raspadanju, ali je tokom industrijalizacije i naglog razvoja Atine u XX veku atmosfersko zagađenje postalo dodatni faktor degradacije. Posebno upečatljiv odgovor grčkih konzervatora odnosio se na karijatide Erehtejona. Pet originalnih figura koje su se još nalazile na spomeniku uklonjeno je 1979. godine upravo da bi bile zaštićene od atmosferskog zagađenja, prenete su u muzej, a na hramu su zamenjene kopijama. Između 2010. i 2014. originalne karijatide prošle su detaljan konzervatorski postupak koji je uključivao i lasersko uklanjanje naslaga atmosferskih zagađivača.

Slični procesi dokumentovani su u Rimu, gde je veliki deo antičkog i baroknog nasleđa izrađen od mermera i drugih karbonatnih stena. Na **Trajanovom stubu** istraživano je taloženje čađi i drugih zagađujućih materija na reljefima, dok su na mermernoj statui Okeana u **Fontani di Trevi** tokom restauracije 2014-2015. analizirane izražene crne kore na površinama zaštićenim od kiše. Italijanski ISPRA[30] i Institut za konzervaciju i restauraciju sproveli su i trogodišnji program praćenja uticaja zagađenja na mermer, bakar i staklo na sedam lokacija u Rimu, uključujući merenje zacrnjenja i povlačenja površine mermera. Ovi nalazi su poslužili za izradu nacionalne karte rizika spomenika i primenjeni su direktno na terenu tokom konzervatorskih zahvata.

30 *Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Italijanski viši institut za zaštitu i istraživanje životne sredine.*

Naravno, ne treba svoditi svako propadanje kamena na efekte kiselog taloženja jer vlaga, temperaturne promene, rast kristala soli, mikroorganizmi, prašina i mehaničko habanje deluju istovremeno, ali kod evropskih spomenika u periodu intenzivnog sagorevanja uglja naročito je značajno bilo suvo taloženje sumpor-dioksida. *Historic England*[31] ukazuje da deo oštećenja koje se danas uočava na starijim građevinama predstavlja posledicu nekada znatno viših koncentracija sumpor-dioksida, budući da su sulfati tokom decenija prodirali nekoliko milimetara, a mestimično i nekoliko centimetara u dubinu poroznog kamena.

Poznat primer spomenika zbog kojeg su uvedene mere kontrole zagađenja jeste **Tadž Mahal u Agri**. Njegov beli mermer decenijama je pokazivao promenu boje u žuto, tamne naslage i druge promene. Uzroci nisu bili samo kiselo taloženje, već kombinacija delovanja industrijskih emisija, čađi, suspendovanih čestica, prašine i bioloških procesa, ali je visoka koncentracija sumpor-dioksida iz industrijskih postrojenja i rafinerije u Maturi bila dominantan razlog za zabrinutost. Analize na koje se pozvao Vrhovni sud Indije su opisale dva karakteristična obrasca oštećenja. Prvo, na mermeru zaštićenom od kiše stvarala se kora koja se kasnije ljuštila, a drugo, na površinama izloženim padavinama proizvod reakcije se ispirao, pa je postepeno nestajao sam materijal spomenika. Na osnovu rezultata analiza Vrhovni sud je 1996. godine naložio da 292 industrijska postrojenja u području poznatom kao *Taj Trapezium Zone* pređu sa uglja i koksa na prirodni gas ili da izmeste proizvodnju iz zaštićene oblasti. Industrije koje nisu prihvatile čistije gorivo morale su da prestanu sa radom na toj lokaciji, a uvedene su i druge mere, uključujući zelene pojaseve i strožu kontrolu emisija.

U Vašingtonu se uticaj kiselog taloženja proučava već decenijama jer su mnoge reprezentativne građevine izrađene upravo od mermera i krečnjaka. *US Geological Survey* je na zapadnoj mermernoj balustradi **Kapitola** dokumentovao rastvaranje kalcita i gubitak površine, a na brojnim zaštićenim delovima gradskih građevina pronađene su crne gipsane kore. Istorijska merenja pokazivala su prosečnu pH vrednost kišnice oko 4,2-4,4, što je dovoljno nisko da ubrza prirodno rastvaranje karbonatnog kamena.

Slična oštećenja predstavljala su problem na spomeniku *Thomas Jefferson Memorial*, gde su 2004. restaurirane mermerne kolone, uklanjane crne kore i postavljani dodatni elementi radi sprečavanja odvajanja oštećenog kamena. Izmene Zakona o čistom vazduhu iz 1990. godine uspostavile su Acid Rain Program, kojim su od 1995. ograničavane emisije sumpor-dioksida i azotovih oksida iz termoelektrana. Kao rezultat ovih i kasnijih mera, do 2023. godine emisije sumpor-dioksida iz obuhvaćenih elektrana smanjene su za oko 96%, a emisije azotovih oksida za približno 90% u odnosu na 1990. godinu.

31 *Historic England je javna institucija Ujedinjenog Kraljevstva nadležna za zaštitu i očuvanje istorijskih građevina, spomenika i drugih elemenata kulturnog nasleđa Engleske; formalno posluje kao Historic Buildings and Monuments Commission for England.*

U Evropi je Konvencija o prekograničnom zagađenju vazduha na velikim udaljenostima potpisana 1979. godine, a Helsinški protokol iz 1985. je obavezao države potpisnice da emisije sumpora, odnosno njihov prekogranični transport, smanje najmanje 30% u odnosu na 1980. godinu. Kasniji protokoli postavili su još strože ciljeve i obuhvatili azotove okside i druge zagađujuće materije.

Rezultati ovih mera bili su veoma izraženi. Samo u EU-27 emisije oksida sumpora smanjene su između 2005. i 2022. godine za 81%, dok su 2022. kritična opterećenja za zakiseljavanje bila prekoračena na svega oko 3,3% kopnenih ekosistema Evrope. Posebno je upečatljiv primer Velike Britanije, nekada jednog od glavnih evropskih izvora sumpornog zagađenja, gde su emisije SO_2 smanjene za 98% između 1990. i 2024. godine, a posmatrano u dužem periodu, sa približno 6,5 miliona tona 1970. na svega 84 000 tona 2024. godine. Tome su doprineli smanjenje upotrebe uglja, desulfurizacija dimnih gasova, prelazak na goriva sa manjim sadržajem sumpora i stroži propisi o emisijama.

KVALITET VAZDUHA U ZATVORENIM PROSTORIMA

Boravak u zatvorenom prostoru ne podrazumeva automatski i boravak u čistijem vazduhu. Spoljašnje zagađenje prodire kroz prozore, vrata i ventilacione sisteme, dok se u samom prostoru oslobađaju dodatne materije iz građevinskih i završnih materijala, nameštaja, sredstava za čišćenje, kozmetičkih preparata, uređaja za sagorevanje i aktivnosti korisnika. Njihove koncentracije zavise od veličine prostorije, broja ljudi, temperature, vlažnosti i, pre svega, intenziteta razmene vazduha. U fitnes, spa i *wellness* centrima značaj ventilacije je posebno veliki, jer se u istom prostoru mogu istovremeno naći veći broj ljudi, povišena temperatura i vlažnost, mirisni proizvodi i sredstva za dezinfekciju, dok se tokom vežbanja udiše znatno veća količina vazduha nego u mirovanju. Povećana koncentracija ugljen-dioksida često predstavlja koristan pokazatelj da količina svežeg vazduha nije dovoljna u odnosu na broj prisutnih, mada ne daje potpunu sliku o svim zagađujućim materijama u prostoriji.

U zatvorenom prostoru su posebno značajna isparljiva organska jedinjenja,[32] koja mogu poticati iz boja, lakova, lepkova, novih podnih obloga i nameštaja, ali i iz sredstava za čišćenje, parfema i **osveživača vazduha**. Uobičajeni osveživači prostora ne predstavljaju uređaje za prečišćavanje vazduha, već u vazduh prvenstveno unose mirisna jedinjenja koja prikrivaju ili menjaju postojeći miris. Takođe, **formaldehid**, koji je klasifikovan kao kancerogen za ljude, može biti

32 *Isparljiva organska jedinjenja predstavljaju veliku grupu jedinjenja koja lako prelaze u gasovito stanje na sobnoj temperaturi. Mogu poticati iz goriva, rastvarača, boja, sredstava za čišćenje, mirisa, kozmetičkih preparata i građevinskih materijala.*

prisutan u pojedinim osveživačima prostora, između ostalog kao posledica primene konzervansa koji ga oslobađaju, a može nastati i sekundarno u reakcijama mirisnih terpena sa ozonom. Zbog toga ove proizvode ne bi trebalo intenzivno koristiti u malim i slabo provetrenim spa i *wellness* prostorijama.

Sveće, koje se često koriste radi stvaranja prijatne atmosfere tokom masaže i meditacije, takođe predstavljaju mali izvor sagorevanja. Pri njihovom sagorevanju mogu nastajati ugljen-monoksid, azotovi oksidi, formaldehid, benzen, policiklični aromatični ugljovodonici i čestice, a posebno nepovoljan obrazac nastaje kada plamen treperi, produžava se ili počinje da oslobađa čađ. U istraživanju u kome su korišćene 24 vrste mirisnih i nemirisnih sveća procenjene koncentracije većine ispitivanih materija u uobičajenim scenarijima ostajale su ispod odgovarajućih referentnih vrednosti, ali su se emisije izrazito razlikovale u zavisnosti od sastava voska, fitilja i mirisne mešavine.

Zdravstveni značaj ovih emisija ispitivan je i u kontrolisanim uslovima. U eksperimentu je 36 mladih osoba sa blagom astmom tokom pet sati bilo izloženo čistom filtriranom vazduhu ili vazduhu sa česticama nastalim **sagorevanjem sveća**, pri prosečnoj koncentraciji finih čestica od približno 90 μg/m^3. Posle izlaganja zabeležene su blage promene pojedinih pokazatelja u malim disajnim putevima i nešto izraženije subjektivne tegobe, dok promene sistemskih pokazatelja zapaljenja uglavnom nisu bile izražene. Ovakav nalaz ne pokazuje da će povremeno paljenje jedne sveće u dobro provetrenoj prostoriji izazvati bolest, ali potvrđuje da više sveća koje satima gore u maloj prostoriji ne treba smatrati zanemarljivim izvorom zagađenja, naročito kada se tretmani ponavljaju tokom čitavog radnog dana.

Kada se nedovoljna ventilacija udruži sa više slabijih izvora zagađenja, deo korisnika može osećati nadraženost očiju, nosa i grla, glavobolju, umor, vrtoglavicu, mučninu ili teškoće sa koncentracijom, a tegobe slabe nakon napuštanja prostorije. Ovakav skup nespecifičnih simptoma se naziva **sindrom bolesne zgrade**. Njihov nastanak obično se ne može pripisati jednoj materiji, već sadejstvu kvaliteta vazduha, temperature, vlažnosti, mirisa, buke, osvetljenja i individualne osetljivosti u određenom prostoru.

Radon predstavlja još jednu rizičnu materiju koja se može registrovati u povišenim koncentracijama u zatvorenom prostoru. To je prirodni radioaktivni gas koji nastaje razgradnjom uranijuma u zemljištu i stenama i kroz pukotine i otvore oko instalacija može dospeti u zgradu. Na otvorenom se brzo razređuje, dok se u zatvorenim i slabije provetrenim prostorima može nakupljati, pri čemu su koncentracije najčešće više na najnižim etažama i u delovima zgrade koji su neposredno povezani sa zemljištem. Radon nema miris ali dugotrajno udisanje

njegovih produkata raspada povećava rizik od raka pluća. Povišena koncentracija se može pouzdano utvrditi jedino merenjem. O radonu, njegovom prisustvu u banjskim područjima i odnosu između moguće terapijske primene i zdravstvenog rizika više će biti reči u poglavlju o prirodnoj radioaktivnosti i radioaktivnim banjskim vodama.

Na osnovu iznetog možemo zaključiti da se kvalitet vazduha u fitnes, spa i *wellness* centru ne može procenjivati prema tome da li prostor miriše na čisto, a čišćenje i intenzivnija dezinfekcija trebalo bi da se obavljaju kada korisnici nisu prisutni, uz provetravanje pre narednog tretmana ili časa vežbanja. Mirisne sveće i osveživače treba koristiti umereno i treba izbegavati dugotrajno sagorevanje većeg broja sveća u malim prostorijama. U prostorima na donjim etažama i u dodiru sa zemljištem posebno je važna provera radona, dok vidljiva **buđ, prekomerna vlaga**, ustajao vazduh i uporni jaki mirisi predstavljaju upozorenje da treba proveriti ventilaciju i kvalitet unutrašnjeg vazduha.

VEŽBANJE U URBANOJ SREDINI I IZBOR PROSTORA

Tokom fizičkog napora disanje postaje dublje i brže, pa se za isto vreme udahne znatno veća količina vazduha, a time i zagađujućih materija. Pri intenzivnijem radu češće se diše na usta, čime se delimično zaobilazi filtraciona uloga nosa, dok se sitne čestice zbog većeg protoka vazduha mogu taložiti dublje u disajnim putevima. Ovaj mehanizam ne znači da je vežbanje u gradu po pravilu štetno. Naprotiv, procene odnosa koristi i rizika pokazuju da **zdravstveni efekti fizičke aktivnosti u najvećem broju sredina ubedljivo nadmašuju dodatni rizik** zbog zagađenja. U jednom istraživanju, pri prosečnoj urbanoj koncentraciji finih čestica od 22 μg/m^3 koristi hodanja i vožnje bicikla bile su veće od rizika čak i pri veoma dugoj aktivnosti. Tek pri dugoročnoj koncentraciji od **100 μg/m^3 procenjeno je da bi rizik prevagnuo** nakon približno sat i po svakodnevne vožnje bicikla ili više od deset sati hodanja.

Izbor trase ipak može znatno promeniti izloženost. Na primer, u istraživanju je 119 osoba starijih od 60 godina, među kojima su bili zdravi ispitanici i osobe sa hroničnom opstruktivnom bolešću pluća ili stabilnom ishemijskom bolešću srca, tokom različitih dana hodalo po dva sata kroz londonski Hajd park i prometnu Oksford strit. Nakon šetnje kroz park zabeleženo je poboljšanje plućne funkcije i smanjenje krutosti arterija koje se održavalo i narednog dana. Posle hodanja prometnom ulicom, gde su koncentracije azot-dioksida, crnog ugljenika, $PM_{2,5}$ i ultrafinih čestica bile više, ove koristi bile su znatno ublažene, dok su osobe sa hroničnom bolešću pluća češće prijavljivale kašalj, stvaranje ispljuvka, zviždanje i nedostatak vazduha.

Kada je kvalitet vazduha prihvatljiv, za hodanje, trčanje i vožnju bicikla povoljnije je birati parkove, obale reka, veće otvorene prostore, pešačke i biciklističke staze i mirnije ulice paralelne sa glavnim saobraćajnicama. Neposredna blizina autobusa, kamiona i drugih vozila, raskrsnice, tuneli, autobuska stajališta i uske ulice oivičene visokim zgradama predstavljaju mesta na kojima se izduvni gasovi i čestice mogu kratkotrajno zadržavati u višim koncentracijama. Korisno je proveriti lokalni indeks kvaliteta vazduha i izbegavati najprometnije trase tokom saobraćajnog špica. U toplom delu godine **koncentracija ozona** često je najviša tokom sunčanih poslepodnevnih sati, pa je jutro povoljnije za zahtevnu fizičku aktivnost, dok tokom zime koncentracije suspendovanih čestica u gradovima sa intenzivnim individualnim ložištima često rastu u večernjim časovima, ostaju povišene tokom noći i ponovo dostižu izražene vrednosti rano ujutru. Pored emisija koje potiču od loženja i saobraćaja, takvom obrascu doprinosi i mala visina planetarnog graničnog sloja, odnosno najnižeg dela atmosfere u kojem se vazduh meša pod neposrednim uticajem Zemljine površine. Zbog slabijeg sunčevog zagrevanja i stabilnijih meteoroloških uslova, ovaj sloj je zimi, naročito noću i rano ujutru, često veoma plitak, pa se zagađujuće materije raspoređuju u manjoj zapremini vazduha i zadržavaju bliže tlu. Sa dnevnim zagrevanjem podloge granični sloj se obično produbljuje, vertikalno mešanje vazduha postaje intenzivnije, a koncentracije zagađujućih materija time opadaju, pa su **kasno prepodne i rani poslepodnevni sati tokom zime obično** povoljniji za fizičku aktivnost od ranog jutra i večeri, mada ovo pravilo nije univerzalno jer kvalitet vazduha zavisi i od lokalne meteorologije, temperaturne inverzije i dnevnog profila saobraćaja.

Kada je kvalitet vazduha loš, osobe sa astmom, hroničnom bolešću pluća ili srca trebalo bi da prilagode napor ili da ga prekinu ili smanje ako se pojave kašalj, stezanje u grudima, zviždanje ili neuobičajeno otežano disanje. Dugoročni cilj svakako ne treba da bude izbegavanje fizičke aktivnosti, već izbor mesta, vremena i intenziteta koji omogućavaju da se njene zdravstvene koristi ostvare uz što manju izloženost zagađenju.

GRADSKI TURISTA I KRATKOTRAJNA IZLOŽENOST ZAGAĐENJU VAZDUHA

Za turistu je važna činjenica da se koncentracije mogu znatno razlikovati čak i između dve lokacije udaljene svega nekoliko stotina metara. Saobraćajna ulica, autobusko stajalište, tunel ili raskrsnica mogu imati mnogo više koncentracije izduvnih gasova i suspendovanih čestica od obližnjeg parka ili sporedne ulice. Istovremeno, višesatno hodanje povećava količinu udahnutog vazduha, pa trenutna koncentracija nije jedini činilac izloženosti. Važni su i trajanje boravka i brzina disanja.

U jednom istraživanju deset dobro utreniranih sportista bilo je tokom jednog časa izloženo filtriranom vazduhu, a zatim koncentracijama ozona od 120, 180 i 240 ppb, dok su vozili bicikl-ergometar u tempu koji je simulirao takmičarsko opterećenje. Pri koncentraciji ozona od 120 ppb vežbanje nije uspeo da završi jedan ispitanik. Pri 180 ppb nije ga završilo pet, a pri 240 ppb sedam od ukupno deset ispitanika. Pri višim koncentracijama smanjeni su i pokazatelji plućne funkcije, a broj prijavljenih respiratornih tegoba se povećao. Iako je reč o veoma intenzivnom vežbanju i koncentracijama ozona koje su visoke pa rezultat nije moguće neposredno preslikati na uobičajeno turističko razgledanje grada, treba imati u vidu da se respiratorni efekti mogu javiti pri koncentracijama višim od 120 ppb tokom jednog do tri časa teškog napora, ali i pri 60–80 ppb ukoliko umerena aktivnost, poput brzog hodanja, lakšeg trčanja, vožnje bicikla ili planinarenja, traje četiri do osam časova.

Sve pomenuto ne znači da bi zbog zagađenja trebalo odustati od hodanja, već da **izbor trase** može promeniti odnos koristi i rizika. Osobe sa astmom, hroničnom bolešću pluća ili srca, stariji putnici i roditelji male dece trebalo bi naročito da obrate pažnju na upozorenja tokom epizoda veoma zagađenog vazduha. Tokom **letnjih epizoda ozona zahtevnije aktivnosti mogu se pomeriti u jutarnje sate**, dok je tokom zimskih epizoda čestičnog zagađenja korisno izbegavati periode kada se emisije iz ložišta i temperaturna inverzija poklapaju, a to su večernji sati. Trenutni indeks pomaže pri izboru vremena i intenziteta aktivnosti, ali za procenu dugoročnog kvaliteta destinacije potrebno je pogledati godišnje verifikovane podatke. Boravak u zatvorenom prostoru pri tome ne obezbeđuje automatski čistiji vazduh, jer koncentracije u enterijeru zavise od prodiranja spoljašnjeg zagađenja, ventilacije, građevinskih materijala, sredstava za čišćenje, sagorevanja, upotrebe cigareta i drugih unutrašnjih izvora zagađujućih materija.

KVALITET VODE ZA PIĆE U URBANOJ SREDINI

Voda za piće u savremenom gradu prolazi dug put od izvorišta i postrojenja za preradu, preko rezervoara i distributivne mreže, do instalacija u stambenim, poslovnim i turističkim objektima. Tokom tog puta dolazi u dodir sa metalnim i plastičnim cevima, spojnicama, ventilima, slavinama i drugim materijalima. U najvećem broju pravilno projektovanih i održavanih sistema same vodovodne cevi predstavljaju zanemarljiv ili veoma mali izvor teških metala, mikroplastike i sastojaka koji mogu migrirati iz plastike. Tome doprinosi upotreba materijala odobrenih za kontakt sa vodom za piće, velika količina vode koja neprekidno prolazi kroz mrežu, relativno kratko vreme njenog kontakta sa pojedinačnim delovima instalacije i postepeno formiranje stabilnijeg unutrašnjeg sloja na površini cevi. To ne znači da vodovodne instalacije ni u jednom slučaju ne mogu uticati na kvalitet vode, jer, na primer, **u starim zgradama mogu postojati olovne dovodne cevi**, olovni lemovi, mesingane armature ili oštećene instalacije koje otpuštaju olovo.

Kod **cevi od gvožđa, čelika i bakra** vremenom se stvaraju oksidni, karbonatni i drugi slabo rastvorljivi slojevi koji odvajaju metalnu površinu cevi od vode i usporavaju dalje otpuštanje metalnih jona. Ovaj proces naziva se **pasivizacija**.[33] Stabilnost zaštitnog sloja zavisi od hemijskog sastava vode, posebno od njene pH vrednosti, temperature i sadržaja hlorida, sulfata i dezinfekcionog sredstva. Neutralna do blago alkalna voda, približno u opsegu pH 7,0–8,5, u mnogim sistemima pogoduje očuvanju stabilnijih naslaga i smanjenju korozije. Veliki protok dodatno ograničava zadržavanje vode uz površinu cevi, pa su koncentracije materija koje se iz instalacija oslobađaju u vodu u uobičajenim uslovima najčešće male. Ipak, posle noćnog mirovanja vode u kućnim instalacijama preporučljivo je **pre prve upotrebe pustiti hladnu vodu da kratko otiče**, najčešće dok ne postane primetno hladnija. Time se uklanja voda koja je tokom više sati bila u neposrednom kontaktu sa cevima, spojnicama i slavinom, pa se smanjuje mogući unos metala i drugih materija oslobođenih iz instalacija, a ova mera posebno je korisna u starijim zgradama. Ako je pre upotrebe vode za piće već korišćen tuš ili mašina za pranje, deo instalacije je već ispran, pa dugo dodatno oticanje najčešće nije potrebno.

Kod **plastičnih cevi**, kao što su PVC, polietilen i umreženi polietilen, ne dolazi do pasivizacije u istom hemijskom smislu, jer se na njihovoj površini ne stvaraju metalni oksidi. Novi plastični materijali mogu u početku oslobađati tragove

33 *Pasivizacija predstavlja stvaranje relativno stabilnog i slabo rastvorljivog sloja na površini metala, koji usporava njegov dalji kontakt sa vodom i smanjuje koroziju. Zaštitni sloj nije neuništiv i može se promeniti ukoliko se znatno promeni hemijski sastav vode.*

aditiva, ostataka monomera, antioksidanasa i proizvoda njihove razgradnje, ali se otpuštanje jedinjenja koja lako prelaze iz materijala u vodu najčešće naglo smanjuje tokom prvih nedelja ili meseci korišćenja i ispiranja instalacije. U petogodišnjem praćenju novih PEX cevi najveće koncentracije pojedinih isparljivih organskih jedinjenja zabeležene su neposredno nakon puštanja sistema u rad, dok je njihova migracija potom brzo opadala. U drugim ispitivanjima su koncentracije poznatih jedinjenja koja su prelazila iz novih PEX cevi bile niske i za većinu procenjenih supstanci nisu predstavljale značajan zdravstveni rizik, iako su pojedini proizvodi privremeno menjali miris vode.

Prisustvo mikroplastike u vodi sa česme danas se registruje zahvaljujući sve osetljivijim analitičkim metodama, ali još nije jednostavno utvrditi koliki deo potiče iz izvorišta, atmosferskog taloženja, prerade vode, ambalaže, laboratorijske kontaminacije ili samih cevi. Starenje i oksidativna degradacija plastike mogu doprineti oslobađanju sitnih čestica, naročito pri povišenoj temperaturi i produženom kontaktu, ali je veliki deo dosadašnjih podataka dobijen u laboratorijskim ili modelskim sistemima. Zbog toga je najprimerenije zaključiti da plastične cevi mogu predstavljati jedan od mogućih izvora, ali da u održavanoj urbanoj vodovodnoj mreži njihov doprinos najčešće nije značajan niti je dovoljno istražen da bi se smatrao posebnim zdravstvenim razlogom za izbegavanje vode sa česme.

Hlor se u vodovodnim sistemima koristi zato što efikasno inaktivira veliki broj patogenih mikroorganizama, ali i zato što delom ostaje prisutan tokom prolaska vode kroz mrežu. Ova mala preostala količina naziva se **rezidualni hlor** i predstavlja zaštitu od naknadne kontaminacije i razmnožavanja mikroorganizama između postrojenja za preradu i slavine. U vodi hlor ne postoji samo kao molekulski hlor već brzo reaguje sa vodom, pri čemu nastaju hipohlorasta kiselina, HOCl, i hloridni i vodonični joni. Hipohlorasta kiselina dalje delimično disosuje u hipohloritni jon, OCl^-, a odnos ova dva oblika zavisi od pH vrednosti. U nižem delu uobičajenog pH opsega vode za piće veći je udeo hipohloraste kiseline, koja lakše prodire kroz ćelijske omotače mikroorganizama i ima snažnije dezinfekciono dejstvo, dok sa porastom pH raste udeo manje reaktivnog hipohloritnog jona.

Askorbinska kiselina ili vitamin C redukuje i HOCl i OCl^- do hloridnog jona, dok se sama oksiduje u dehidroaskorbinsku kiselinu. Za neutralisanje jednog dela slobodnog hlora potrebno je približno 2,5 delova askorbinske kiseline. To praktično znači da u čaši od oko 200–250 mL, koja sadrži uobičajeni rezidual slobodnog hlora, približno petnaest kapi limunovog soka obezbeđuje dovoljno vitamina C da se veliki deo reaktivnih hlornih vrsta neutrališe. Pošto se neutralisanjem hlora uklanja i rezidualna dezinfekciona zaštita, takvu vodu je najbolje popiti neposredno nakon pripreme, a ne ostavljati je da dugo stoji.

Dezinfekcioni efekat hlora prati i stvaranje **nusprodukata dezinfekcije**,[34] jer reaktivne hlorne vrste stupaju u reakcije sa prirodnim organskim materijama prisutnim u sirovoj vodi. Među najpoznatijim proizvodima ovih reakcija nalaze se trihalometani i halosirćetne kiseline. Njihova količina zavisi od sastava izvorišne vode, temperature, pH vrednosti, doze hlora i vremena kontakta. U savremenim postrojenjima se zato nastoji da se pre hlorisanja ukloni što više organskih prekursora i da doza dezinfekcionog sredstva bude prilagođena kvalitetu vode. Ipak, smanjivanje nusprodukata ne sme se ostvarivati po cenu nedovoljne dezinfekcije, jer je neposredan rizik od patogenih mikroorganizama u nehlorisanoj ili nedovoljno hlorisanoj vodi neuporedivo veći od rizika koji potiče od propisno kontrolisanih koncentracija nusprodukata dezinfekcije.

Poseban hemijski problem podzemnih voda predstavlja **arsen**. Za razliku od olova, koje najčešće potiče iz instalacija, arsen se u mnogim regionima prirodno oslobađa iz geološke podloge. Njegovo prisustvo zato ne mora ukazivati na industrijsko zagađenje, niti se voda iz dubokog bunara može unapred smatrati bezbednom samo zato što izgleda bistro i nema neprijatan miris. Dugotrajno unošenje neorganskog arsena povezano je sa promenama na koži, kardiovaskularnim i metaboličkim poremećajima i povećanim rizikom od pojedinih malignih bolesti. Preporučena i zakonski prihvaćena vrednost u velikom broju zemalja iznosi 10 µg/L.

Na prostoru **Vojvodine, posebno u delovima Banata i Bačke, povišene koncentracije arsena** u podzemnim vodama predstavljaju dobro dokumentovan regionalni problem. U istraživanju 577 uzoraka vode iz javnih sistema vodosnabdevanja u deset vojvođanskih opština, sprovedenom 2008. i 2009. godine, približno 63% uzoraka sadržalo je arsen iznad tadašnje domaće i evropske granične vrednosti. Iako ovaj visok procenat opisuje određene ispitivane sisteme i navedeni period, a ne svaku današnju vodovodnu mrežu u Vojvodini, jer između gradova postoje velike razlike u izvorištima i tehnologiji prerade, ipak nalaz jasno pokazuje razmere problema u delovima Panonskog basena.

Hemijsko ponašanje arsena zavisi od njegovog oksidacionog stanja.[35] U vodi se najčešće javljaju arsenit, As(III), i arsenat, As(V). Arsenat je pri uobičajenoj pH vrednosti vode prisutan u obliku naelektrisanih čestica, pa se može vezivati za površine hidroksida gvožđa i aluminijuma ili uklanjati posebno odabranim anjonskim jonoizmenjivačkim smolama. Arsenit je u neutralnoj i blago alkalnoj vodi velikim delom elektroneutralan, zbog čega se slabije vezuje i teže uklanja

34 *Nusprodukti dezinfekcije nastaju reakcijom dezinfekcionog sredstva sa prirodnim organskim i neorganskim materijama u vodi. Njihove koncentracije ograničavaju se propisima i kontrolišu optimizacijom prerade vode.*

35 *Oksidaciono stanje opisuje raspodelu elektrona u jedinjenju nekog elementa i određuje njegovu reaktivnost, električni naboj i ponašanje tokom obrade vode. Arsenit, As(III), i arsenat, As(V), zbog toga se različito uklanjaju.*

jonskom izmenom. U savremenim centralizovanim postrojenjima As(III) se zato najčešće najpre oksiduje do As(V), nakon čega se arsen vezuje za sveže formirane hidrokside gvožđa ili aluminijuma i uklanja adsorpcijom, koagulacijom i filtracijom. Takva kombinacija oksidacije i vezivanja za čvrstu fazu predstavlja tehnološki stabilno i ekonomski racionalno rešenje za obradu većih količina vode.

U domaćinstvima se za dodatnu obradu vode koriste različiti uređaji, ali njihov izbor treba povezati sa konkretnim problemom. Filter koji uklanja hlor i poboljšava ukus ne mora uklanjati nitrate ili arsen, dok postupak kojim se inaktiviraju bakterije ne utiče na hemijski sastav vode. Kada voda već ispunjava zdravstvene kriterijume, kućni uređaj se često koristi pre svega radi ukusa, mirisa ili smanjivanja tvrdoće.

Iako **ne postoji jedan univerzalni uređaj za prečišćavanje** koji podjednako dobro uklanja sve mikroorganizme, rastvorene soli, metale i organska jedinjenja, **reverzna osmoza** je tome najbliža i predstavlja jednu od najobuhvatnijih kućnih metoda obrade vode. Voda se pod pritiskom usmerava ka gustoj polupropusnoj membrani, kroz koju molekuli vode prolaze znatno lakše od većine rastvorenih jona i većih organskih molekula. Takve membrane imaju efektivnu veličinu pora reda veličine 10^{-4} µm, a separacija se uz mehaničko prosejavanje zasniva i na razlikama u rastvaranju i difuziji vode i drugih supstanci kroz membranski materijal. Kao rezultat nastaju permeat ili prečišćena voda koja je prošla kroz membranu, i koncentrat koji sadrži najveći deo zadržanih soli i drugih materija.

Pravilno odabran i očuvan sistem reverzne osmoze može znatno smanjiti sadržaj arsena, olova, bakra, hroma, nitrata, fluorida, sulfata, kalcijuma, magnezijuma i brojnih drugih neorganskih jona. Membrana predstavlja i veoma efikasnu prepreku česticama mikroplastike, bakterijama, parazitima i virusima, iako mikrobiološka bezbednost konačne vode zavisi i od delova uređaja koji se nalaze iza membrane. Reverzna osmoza može uklanjati arsen u oba oksidaciona stanja, ali se arsenat uglavnom zadržava efikasnije od arsenita, pa prethodna oksidacija i kod ovog postupka može poboljšati ukupan rezultat.

Efikasnost reverzne osmoze ne znači da će svaki uređaj u svakim uslovima automatski proizvesti bezbednu vodu. U istraživanju 59 kućnih RO sistema u području Nevade sa veoma visokim koncentracijama arsena u podzemnim vodama, uređaji su u proseku uklanjali oko 80% arsena, ali je u 18 domaćinstava koncentracija u prečišćenoj vodi i dalje bila iznad 10 µg/L. U nekim bunarima početna koncentracija bila je toliko visoka da je dozvoljena vrednost ostala prekoračena čak i posle uklanjanja više od 95% arsena, dok je u drugim slučajevima efikasnost bila slabija zbog dominacije As(III) ili neispravnosti uređaja. Ovaj nalaz ne dovodi u pitanje delotvornost same tehnologije, već pokazuje da se kod kontaminacije rezultat rada sistema za prečišćavanje mora potvrditi analizom prečišćene vode.

Ograničenje kućnih sistema reverzne osmoze predstavlja i količina koncentrata koji se odvodi kao otpadna voda. Stariji i neefikasni uređaji mogu za jedan litar permeata proizvesti pet ili više litara koncentrata. Savremeniji uređaji postižu znatno bolju iskorišćenost, a američka oznaka *WaterSense* zahteva da se za jedan litar prečišćene vode odbaci najviše oko 2,3 litra. Takođe, reverzna osmoza uklanja i kalcijum, magnezijum i druge jone koji doprinose ukupnoj mineralizaciji, ukusu i hemijskoj stabilnosti vode. Dobijeni permeat zato može imati izrazito nizak sadržaj rastvorenih materija i ukus koji veći deo ljudi doživljava kao prazan ili blago kiseo. U nekim uređajima voda se nakon membrane provodi kroz remineralizacioni uložak, kojim se kontrolisano vraća deo kalcijuma i magnezijuma. Remineralizacija prvenstveno poboljšava ukus i stabilnost vode, nije zasnovana na pretpostavci da voda mora biti glavni izvor minerala u ishrani, jer se najveći deo kalcijuma, magnezijuma i drugih hranljivih materija ipak unosi hranom.

Pouzdanost sistema reverzne osmoze u velikoj meri zavisi od održavanja. Predfilteri koji zadržavaju sediment i uklanjaju hlor štite membranu i obično se menjaju u razmacima od nekoliko meseci, dok membrana često traje dve do tri godine, ponekad kraće ili duže, u zavisnosti od kvaliteta ulazne vode, pritiska, učestalosti korišćenja i preporuke proizvođača. Zasićeni filter povećava otpor protoku, dok oksidativno ili mehanički oštećena membrana gubi selektivnost i može propuštati veći deo prethodno zadržavanih materija.

Osim prečišćivača za vodu na bazi reverzne osmoze primenjuju se i drugi filteri, kao na primer **filteri sa aktivnim ugljem**, kakvi se koriste u bokalima, frižiderima i uloškima postavljenim na slavinu ili ispod sudopere. Aktivni ugalj poseduje izuzetno veliku unutrašnju površinu i dobro vezuje brojna organska jedinjenja, pa može smanjiti koncentracije supstanci odgovornih za neprijatan miris i ukus, pojedinih pesticida, rastvarača i hlorisanih nusprodukata dezinfekcije. Međutim, standardni filter sa aktivnim ugljem nije pouzdan način uklanjanja nitrata, arsena, fluorida i većine drugih rastvorenih neorganskih jona.

Ultraljubičasto zračenje koristi se za dezinfekciju vode oštećenjem DNK ili RNK mikroorganizama, čime se sprečava njihovo umnožavanje. Izraz UV sterilizacija često se koristi u reklamama, ali je u tehničkom i zdravstvenom smislu pravilnije govoriti o dezinfekciji, jer se ne garantuje potpuno uklanjanje svih oblika života. Efikasnost zavisi od primljene UV doze, ispravnosti lampe i bistrine vode, pošto suspendovane čestice mogu zakloniti mikroorganizme od zračenja. UV postupak ne uklanja arsen, nitrate, metale, soli ni rastvorene organske kontaminante i ne ostvaruje dezinfekciono dejstvo nakon prolaska vode kroz uređaj.

Jonoizmenjivačke smole uklanjaju određene jone tako što ih zamenjuju jonima koji su prethodno vezani za samu smolu. Standardni kućni omekšivači prvenstveno uklanjaju kalcijum i magnezijum i zamenjuju ih natrijumom ili kalijumom, čime smanjuju tvrdoću vode i stvaranje kamenca. Za uklanjanje nitrata, arsenata, sulfata i drugih anjona koriste se drugačije, posebno projektovane anjonske smole. Međutim, anjonska smola znatno bolje uklanja As(V) nego elektroneutralni As(III), pa je prethodna oksidacija često neophodna. Kapacitet smole je ograničen, a kada se ne regeneriše ili ne zameni na vreme može nastupiti proboj, odnosno naglo povećanje koncentracije štetnih materija u izlaznoj vodi zbog otpuštanja sa smole.

Hemijska efikasnost kućnih uređaja samo je jedan deo pitanja u vezi sa njihovom bezbednom upotrebom jer u centralizovanom vodovodu rezidualni hlor ograničava razmnožavanje mikroorganizama tokom distribucije, dok ga filter sa aktivnim ugljem ili drugi kućni postupak često uklanja. Zbog toga voda nakon filtracije tada više nema istu zaštitu, a uložak filtera koji se redovno menja i kroz koji voda često prolazi predstavlja manji rizik od istog uloška ostavljenog mesecima u toploj, vlažnoj sredini sa povremenim protokom.

Voda koja duže stoji u filteru, rezervoaru ili delu instalacije omogućava mikroorganizmima da se vežu za površine i stvaraju biofilm. **Biofilm** nije samo naslaga slobodnih bakterija, već organizovana zajednica obavijena zaštitnom matricom od organskih jedinjenja koja mikroorganizmi sami stvaraju. Takva matrica ih štiti od ispiranja i otežava dejstvo dezinfekcionih sredstava. Plastika, gumene zaptivke, porozni aktivni ugalj i jonoizmenjivačke smole obezbeđuju veliku površinu na kojoj se mogu zadržavati tragovi organskih materija i jona potrebnih za rast. Treba imati u vidu da veći broj bakterija koji se registruje u vodi nakon zapuštenog filtera ne znači automatski da su prisutni patogeni mikroorganizmi, već je najčešće reč o **heterotrofnim ili saprofitnim mikroorganizmima** koji koriste male količine organske materije iz vode i uglavnom ne izazivaju bolest kod zdravih ljudi. Ipak, njihovo naglo umnožavanje pokazuje da uređaj više ne radi u stabilnim higijenskim uslovima i da može postati mesto zadržavanja i opasnih mikroorganizama. Zato se filter ne menja samo kada voda ponovo dobije miris hlora ili oslabi protok, već prema propisanom kapacitetu i vremenu korišćenja. Na primer, jonoizmenjivačke smole imaju poroznu strukturu i veliku površinu na kojoj se mikroorganizmi lako zadržavaju, naročito kada voda dugo miruje. Sama neoštećena membrana reverzne osmoze predstavlja snažnu prepreku bakterijama, ali se naknadna kontaminacija može razviti u rezervoaru, cevima i slavini iza membrane. Bakterije tada ne moraju proći kroz membranu, već u sistem ulaze preko spojeva, tokom zamene filtera ili sa površine izliva i umnožavaju se u vodi iz koje je prethodno uklonjeno dezinfekciono sredstvo.

Stagnacija vode značajna je i u velikim stambenim, poslovnim, zdravstvenim i hotelskim objektima, posebno u delovima zgrade koji se povremeno koriste. Kada se protok smanji, rezidualni hlor postepeno nestaje, hladna voda se zagreva, a topla može da se ohladi do temperaturnog opsega povoljnog za rast bakterija. Posebno je značajna *Legionella*, koja može kolonizovati toplovodne instalacije, tuševe, hidromasažne kade, fontane i druge sisteme u kojima se stvara aerosol, a tom temom ćemo se baviti u drugom poglavlju ovog udžbenika.[36]

KVALITET VODE NA TURISTIČKOJ DESTINACIJI

Na turističkoj destinaciji kvalitet vode ne treba procenjivati prema njenom izgledu, ukusu ili mirisu, niti prema kategoriji smeštajnog objekta. Voda koja stiže do gosta potiče iz centralnog vodovoda, lokalnog izvorišta, bunara, postrojenja za desalinizaciju, cisterne ili kombinacije više izvora, a zatim se može čuvati u rezervoarima i prolaziti kroz unutrašnje instalacije hotela ili apartmanskog kompleksa. Zbog toga bezbednost vode zavisi od čitavog lanca, od zaštite izvorišta i prerade do pouzdanosti distributivne mreže i stanja instalacija u konkretnom objektu, što se neposredno nadovezuje na prethodno razmatranje gradskih vodovoda, kućnih uređaja za obradu i stagnacije vode u velikim zgradama.

Razlike među destinacijama i dalje su veoma velike. Prema poslednjem zajedničkom izveštaju Svetske zdravstvene organizacije i UNICEF-a, 2024. godine približno **2,1 milijarda ljudi nije imala pristup bezbednoj vodi za piće**,[37] dok je takav nivo usluge bio dostupan za približno 74% svetskog stanovništva. U urbanim sredinama obuhvat je bio veći i iznosio je oko 83%, ali nacionalni prosek često prikriva velike razlike između glavnih gradova i unutrašnjosti, urbanih i ruralnih područja, kao i stalnih naselja i sezonskih turističkih zona. Podatak da domaćinstvo ima cevovod ili slavinu zato još ne znači da je voda uvek dostupna, da se neprekidno kontroliše ili da je u trenutku korišćenja mikrobiološki ispravna.

Za putnika je najvažniji **kratkoročni rizik najčešće mikrobiološki**. Bakterije, virusi i protozoe mogu dospeti u vodu kada izvorište nije dovoljno zaštićeno, kada kanalizacija nije odvojena od sistema vodosnabdevanja, kada prerada i dezinfekcija nisu pouzdane ili kada kontaminacija nastane naknadno, tokom distribucije i skladištenja. Takva voda može biti potpuno bistra i bez neprijatnog mirisa, a ipak izazvati akutne gastrointestinalne ili druge infekcije. **Akutna hemijska trovanja vodom** takođe su moguća tokom industrijskih incidenata, izlivanja,

36 *Aerosol je skup veoma sitnih kapljica ili čestica raspršenih u vazduhu. Pri tuširanju i radu hidromasažnih sistema kapljice mogu biti dovoljno male da se udahnu duboko u disajne puteve.*

37 *Bezbedna voda za piće, prema pokazateljima Svetske zdravstvene organizacije i UNICEF-a, potiče iz unapređenog izvora koji se nalazi u domaćinstvu ili neposredno uz njega, dostupan je kada je potreban i ne sadrži fekalnu kontaminaciju niti prioritetne hemijske zagađujuće materije. Ovaj pojam je stroži od samog postojanja vodovodne cevi ili zaštićenog bunara.*

cvetanja toksičnih algi i drugih vanrednih događaja, ali su granične vrednosti za arsen, fluoride, pojedine metale i većinu organskih mikropolutanata uglavnom određene radi ograničavanja posledica dugotrajnog unosa. Kratkotrajno odstupanje od hemijske smernice zato nema uvek isti značaj kao mikrobiološka kontaminacija, koja može izazvati bolest već nakon jednog ili nekoliko izlaganja.

Poseban problem predstavljaju sistemi u kojima se voda ne isporučuje neprekidno, već samo tokom određenih sati. **Kada pritisak u cevima opadne ili potpuno nestane**, kroz pukotine i neispravne spojeve može doći do usisavanja vode iz okolnog zemljišta, kanalizacije ili drugih kontaminiranih izvora. U istraživanju intermitentnog sistema vodosnabdevanja u indijskim gradovima Hubli i Darvad, voda koja je prva potekla nakon ponovnog uspostavljanja snabdevanja imala je povećanu mutnoću i veći broj indikatorskih bakterija, dok je pri veoma niskom pritisku kontaminacija registrovana čak i kada je u vodi još postojao rezidualni hlor. Do privremenog pogoršanja kvaliteta vode može doći i u sistemima koji je inače pouzdano obezbeđuju u slučaju poplava, obilnih padavina, zemljotresa, nestanaka električne energije, havarija na cevovodima, građevinskih radova i naglog povećanja sezonske potrošnje.

U državama Evropske unije voda iz javnih sistema podleže zajedničkim minimalnim mikrobiološkim i hemijskim standardima i, prema osnovnoj nameni sistema, treba da bude bezbedna za piće, pripremu hrane i druge uobičajene potrebe. Slična polazna pretpostavka može se primeniti na uređene javne sisteme u Kanadi i Australiji. To ipak ne obuhvata automatski svaki privatni bunar, planinarski dom, udaljeni kamp, malo ostrvsko postrojenje ili područje u kojem je trenutno izdato lokalno upozorenje. Čak i u zemljama sa veoma pouzdanim sistemima, privremena zabrana upotrebe vode ili preporuka njenog prokuvavanja imaju prednost nad opštim pravilom koje važi za državu.

U mnogim delovima južne i jugoistočne Azije, podsaharske Afrike, Latinske Amerike, Kariba, Bliskog istoka i pacifičkih ostrvskih država pouzdanost vodosnabdevanja znatno više varira, naročito između velikih gradova i udaljenih područja. Savremene preporuke zato se izdaju prema konkretnoj zemlji, a ponekad i prema gradu, oblasti ili vrsti smeštaja. Prema aktuelnim preporukama CDC voda sa česme u Vijetnamu se ne smatra bezbednom, a **problematičan je i led** napravljen od nje. Za Peru se preporučuje izbegavanje vode iz vodovoda, uključujući vodu u hotelima i restoranima. U Dominikanskoj Republici savetuje se korišćenje flaširane ili prečišćene vode, dok se led u poznatim turističkim kompleksima uglavnom pravi od prečišćene vode i može biti bezbedan, mada to ne mora važiti u udaljenim i neturističkim područjima.

Kada kvalitet vode nije pouzdano poznat, **flaširana voda** predstavlja praktično rešenje jer smanjuje zavisnost putnika od lokalne distributivne mreže, rezervoara i unutrašnjih instalacija objekta. Preporučuje se voda u neoštećenoj i fabrički zatvorenoj ambalaži, sa čitavim sigurnosnim prstenom na zatvaraču i jasno navedenim proizvođačem. U pojedinim zemljama zabeleženi su ponovno punjenje korišćenih boca i prividno zatvaranje ambalaže, pa je i na to potrebno obratiti pažnju.

Izraz flaširana voda ne označava jednu vrstu vode. U evropskom sistemu razlikuju se prirodna mineralna voda, izvorska voda i druge vode namenjene ljudskoj potrošnji. **Prirodna mineralna** voda potiče iz zaštićenog podzemnog izvora, mora biti mikrobiološki ispravna na izvorištu i imati relativno stabilan mineralni sastav. **Izvorska voda** takođe se puni na izvoru i koristi u prirodnom stanju, ali ne mora imati osoben i stalan mineralni sastav koji se zahteva za prirodnu mineralnu vodu. Flaširanje, prema tome, opisuje način pakovanja i distribucije, a samo po sebi ne predstavlja dokaz posebne mineralne vrednosti ili zdravstvene superiornosti u odnosu na ispravnu vodu iz vodovoda.

Razlozi zbog kojih ljudi na putovanju biraju flaširanu vodu nisu isključivo zdravstveni. Na izbor utiču ukus, tvrdoća, miris hlora, navika, poverenje u lokalne ustanove, nepoznavanje jezika, praktičnost nošenja i dostupnost vode u restoranima, na ulicama i tokom izleta. U reprezentativnom istraživanju sprovedenom među 3 411 stanovnika Češke, zemlje sa uglavnom bezbednom vodom iz vodovoda, najčešći razlozi za korišćenje flaširane vode bili su nedostupnost vode sa česme izvan doma, koju je navelo 40% ispitanika, ukus, koji je navelo 32%, i želja za gaziranom ili mineralnom vodom, koju je navelo 27% ispitanika. Zabrinutost za zdravlje bila je važna, ali nije predstavljala jedini niti glavni razlog. U istraživanju koje je obuhvatilo 5 815 odraslih osoba u Nemačkoj voda sa česme najređe se koristila u ugostiteljskim objektima, iako je voda sa česme visokog kvaliteta, što pokazuje koliko način pružanja usluge i društvena očekivanja utiču na izbor.

Kada postoji preporuka da se voda iz vodovoda ne pije, isto pravilo odnosi se i na sve postupke pri kojima ona može dospeti u usta. Flaširana ili odgovarajuće obrađena voda tada se koristi za **pranje zuba, pripremu napitaka, lekova i hrane za odojčad, pravljenje leda, kao i za pranje voća i povrća koje će se jesti sirovo**. Led predstavlja često previđen izvor izloženosti, kao i napici iz automata, koji se najčešće pripremaju mešanjem sirupa sa vodom iz lokalnog vodovodnog sistema. Alkohol u piću neće pouzdano uništiti mikroorganizme prisutne u kontaminiranom ledu. Čaj i kafa pripremljeni vodom koja je neposredno pre toga proključala uglavnom se smatraju bezbednim.

Voda koja je proglašena bezbednom za piće **nije sterilna**, pa se voda sa česme ne preporučuje za **ispiranje nosa i sinusa niti za čuvanje i ispiranje kontaktnih sočiva**. Za nazalnu primenu koristi se sterilna ili destilovana voda, odnosno voda koja je pravilno prokuvana i zatim ohlađena, dok se kontaktna sočiva čiste isključivo odgovarajućim sterilnim rastvorom.

Putnik bi trebalo da razlikuje i vrste zvaničnih upozorenja. Preporuka za prokuvavanje vode izdaje se kada mikrobiološka kontaminacija postoji ili se na nju sumnja, na primer nakon gubitka pritiska ili havarije u distributivnom sistemu. Tada se koristi flaširana voda ili se **voda dovodi do punog ključanja i kuva najmanje jedan minut, odnosno tri minuta na nadmorskim visinama iznad približno 2 000 metara**. Upozorenje da se voda ne pije obično se odnosi na mogućnost prisustva hemijskih supstanci ili toksina, pri čemu prokuvavanje ne rešava problem i može, usled isparavanja dela vode, blago povećati koncentraciju neisparljivog kontaminanta.[38] Mali prenosivi mikrofilteri uglavnom dobro zadržavaju protozoe i bakterije, ali mnogi od njih ne uklanjaju viruse, koji su znatno sitniji. UV uređaji mogu efikasno dezinfikovati bistru vodu, dok njihova pouzdanost opada kada je voda mutna, jer čestice mogu zakloniti mikroorganizme. Hemijska dezinfekcija preparatima na bazi hlora ili hlor-dioksida može biti praktična, ali zahteva precizno poštovanje doze i vremena kontakta. Običan bokal sa aktivnim ugljem prvenstveno menja ukus vode i uklanja hlor i deo organskih supstanci, pa se ne može smatrati univerzalnim sredstvom za obezbeđivanje mikrobiološki ispravne vode koja je pre tretmana nepoznatog kvaliteta.

U zemljama sa bezbednim javnim vodosnabdevanjem nepotrebno oslanjanje na flaširanu vodu povećava količinu jednokratne ambalaže, potrošnju energije potrebne za proizvodnju i transport i opterećenje sistema za upravljanje otpadom. Nova evropska pravila zato, pored kontrole kvaliteta, podstiču postavljanje javnih česama i veću dostupnost vode iz vodovoda u javnim zgradama, restoranima i drugim prostorima.

Iz svega navedenog proizlazi da ne postoji univerzalno pravilo prema kojem je voda sa česme bezbedna na svakoj destinaciji, ali ni pravilo da putnik uvek mora koristiti flaširanu vodu. Pre polaska treba proveriti aktuelne preporuke zdravstvenih i vodovodnih službi za konkretnu destinaciju, a po dolasku obratiti pažnju na lokalna upozorenja, poreklo vode u smeštajnom objektu i način na koji se pripremaju led i napici. Procena se može promeniti nakon poplava, havarija, prekida pritiska ili drugih vanrednih događaja, pa prethodno iskustvo sa iste destinacije ne mora uvek važiti i za novo putovanje.

38 *U engleskoj stručnoj terminologiji razlikuju se boil water advisory, odnosno preporuka da se voda prokuva, do not drink advisory, upozorenje da se voda ne pije, i do not use advisory, zabrana njene upotrebe.*

ZELENE ZONE U GRADU

Savremeni gradovi moraju istovremeno obezbediti stanovanje, saobraćaj, radna mesta i javne usluge za sve veći broj ljudi, a pritom ostati podnošljivi tokom ekstremnih vrućina, otporni na obilne padavine i pogodni za očuvanje fizičkog i mentalnog zdravlja. U takvim uslovima parkovi, drvoredi, urbane šume, bašte, zelena dvorišta, krovovi i fasade više se ne mogu posmatrati samo kao ukrasni elementi. Zajedno sa rekama, jezerima, kanalima, močvarama i drugim vodenim površinama, oni čine zelenu i plavu infrastrukturu grada[39] i učestvuju u regulisanju temperature, kretanju atmosferskih voda, očuvanju biodiverziteta, rekreaciji i oblikovanju svakodnevnog iskustva stanovnika i posetilaca. Rešenja koja koriste prirodne procese radi ublažavanja urbanih problema često se označavaju kao rešenja zasnovana na prirodi (*nature-based solutions*).[40]

Njihova vrednost, međutim, zavisi od toga šta se štiti, gde se zelenilo nalazi i kako se njime upravlja. Prirodna šuma, močvara, livada ili obala koja već funkcioniše kao ekosistem uglavnom pruža složenije i stabilnije koristi od naknadno postavljenog zelenog zida ili tankog sloja vegetacije na krovu. Otuda proizlazi važan **urbanistički paradoks**. Prirodni prostori na obodima gradova najpre se uklanjaju radi izgradnje, a zatim se njihov gubitak pokušava nadoknaditi tehnički zahtevnim i skupim zelenim konstrukcijama. Razuman redosled podrazumevao bi najpre **očuvanje postojećih ekosistema, zatim obnovu degradiranih površina**, a tek potom **stvaranje novih krovnih vrtova, zelenih fasada, kišnih bašta** i drugih elemenata tamo gde za njima postoji stvarna potreba.

Naizgled jednostavno pitanje koji je **grad najzeleniji na svetu** nema jedan odgovor jer rezultat zavisi od toga da li se meri ukupna površina parkova, broj stabala i pokrivenost krošnjama, količina vegetacije po stanovniku, ili udaljenost od najbližeg parka ili zelenilo koje pešak vidi sa ulice. Administrativne granice takođe mogu promeniti odgovor jer pojedini gradovi obuhvataju prostrane šume i rubna područja, dok su drugi ograničeni na gusto izgrađeno gradsko jezgro. Projekat *Treepedia* Instituta MIT zato je **uveo indeks vidljivog zelenila**, zasnovan na snimcima *Google Street View*, koji procenjuje koliki deo uličnog prizora zauzimaju krošnje. U uzorku od 27 izabranih gradova Tampa (Florida) je imala najvišu vrednost od 36,1%, dok je Pariz bio pri dnu sa 8,8%. Međutim, *Treepedia* ne obuhvata sve gradove niti uključuje velike parkove kroz koje *Google* vozila uglavnom ne prolaze.

39 *Zelena infrastruktura obuhvata međusobno povezane površine sa vegetacijom, kao što su parkovi, šume, drvoredi, bašte, zeleni krovovi i fasade. Plava infrastruktura obuhvata reke, jezera, kanale, močvare i druge prirodne ili uređene vodene površine.*

40 *Rešenja zasnovana na prirodi koriste prirodne procese i ekosisteme za rešavanje društvenih i ekoloških problema, kao što su pregrevanje grada, poplave, gubitak biodiverziteta i nedostatak prostora za rekreaciju.*

Mnogo šire istraživanje, koje je obuhvatilo 1 028 velikih gradskih područja i podatke za 2020. godinu, pokazalo je koliko se stvarna izloženost stanovništva zelenilu razlikuje među delovima sveta. Prosečna populaciono ponderisana izloženost zelenim površinama[41] iznosila je 45,84% u gradovima Globalnog severa, a samo 14,39% u gradovima Globalnog juga. Azijski gradovi imali su u proseku najnižu izloženost, 13,49%, dok je u severnoameričkim gradovima ona dostizala 53,45%. Još važnije, **ukupna količina zelenila nije nužno odgovarala zelenilu dostupnom tamo gde ljudi žive**. Njujork je, na primer, imao približno 58% fizičke pokrivenosti zelenilom, ali je procenjena izloženost njegovih stanovnika iznosila svega 25,7%. U znatno manjem američkom gradu Bilingsu zelenilo je zauzimalo oko 46,8% površine, ali je zbog povoljnijeg rasporeda izloženost stanovništva dostizala gotovo 48,9%. Drugim rečima, jedna velika šuma na rubu grada zato može poboljšati zbirnu statistiku, a da većini stanovnika ne obezbedi hlad, drveće ili park u svakodnevnom okruženju.

Kao jednostavan okvir za procenu neposredne dostupnosti prirode predloženo je **pravilo 3-30-300**.[42] Prema njemu, iz svakog stambenog, obrazovnog i radnog prostora trebalo bi da se vide najmanje tri stabla, krošnje bi trebalo da pokrivaju najmanje 30% neposrednog susedstva, a park ili druga veća zelena površina da se nalazi na udaljenosti do 300 metara. Istraživanje objavljeno 2026. godine obuhvatilo je 862 evropska grada i pokazalo da približno 46,7% njihovih stanovnika vidi najmanje tri stabla, 28% živi u susedstvu sa najmanje 30% pokrivenosti krošnjama, dok se 57% nalazi na udaljenosti do 300 metara od zelene površine veće od jednog hektara. Sva tri uslova istovremeno ispunjena su za samo 13,5% posmatranog stanovništva, dok 21% ne ispunjava nijedan. Samo su u Espou u Finskoj i Varezeu u Italiji sva tri kriterijuma bila ostvarena za više od polovine stanovnika. Istraživanje je pokazalo i da je pristup zelenilu bolji u imućnijim gradovima i gradskim četvrtima, što znači da zdravstvene i klimatske koristi prirode nisu ravnomerno raspoređene.

Zelene površine mogu doprineti zdravlju na nekoliko međusobno povezanih načina. One stvaraju prijatnije uslove za hodanje, trčanje, igru i druge oblike fizičke aktivnosti, omogućavaju odmor od buke i saobraćaja, podstiču susrete među ljudima i mogu umanjiti psihološko opterećenje povezano sa gusto izgrađenom urbanom sredinom. Sistematski pregled 34 istraživanja, od kojih se 15 bavilo fizičkom aktivnošću, a 19 mentalnim zdravljem, ustanovio je da je izloženost uređenim gradskim zelenim površinama u gotovo svim obuhvaćenim radovima bila povezana sa **većim stepenom fizičke aktivnosti i povoljnijim**

41 *Populaciono ponderisana izloženost zelenilu ne pokazuje samo koliki deo grada je prekriven vegetacijom, već uvažava i raspored stanovništva. Veći značaj dobija zelenilo u neposrednom okruženju gusto naseljenih područja nego jednaka površina na nenaseljenom rubu grada.*

42 *Pravilo 3-30-300 predstavlja lako pamtljivu urbanističku smernicu, a ne zakonsku ili medicinsku granicu.*

pokazateljima mentalnog zdravlja. Pored same blizine parka, pokazalo se da je važno i održavanje, osećaj bezbednosti, dostupnost pešačkim putem i mogućnost da se u prostoru zaista boravi i bude aktivan.

Povezanost zelenila sa dugoročnim zdravljem ispitivana je i na mnogo većim populacijama. Meta-analiza[43] devet kohortnih studija obuhvatila je 8 324 652 osobe iz sedam zemalja. Povećanje indeksa vegetacije NDVI[44] za 0,1 u krugu do 500 metara od mesta stanovanja bilo je povezano sa približno 4% manjim rizikom od ukupne smrtnosti. Ovakav rezultat ne znači da određeni broj stabala pojedincu produžava život za unapred određeni period, već pokazuje doslednu povezanost zelenijeg okruženja sa povoljnijim zdravstvenim ishodima na nivou populacije.

U jednom zanimljivom istraživanju sprovedenom u Filadelfiji obuhvaćena je 541 zapuštena parcela, raspoređena u tri grupe. Prvu grupu činile su ozelenjene površine, drugu parcele sa kojih je samo uklonjen otpad, dok su parcele iz treće grupe ostavljene bez intervencije. Ozelenjavanje je podrazumevalo čišćenje i ravnanje zemljišta, sejanje trave, sadnju manjeg broja stabala, postavljanje niske ograde i redovno održavanje. Među 342 stanovnika koji su učestvovali u istraživanju, prijavljivanje osećanja potištenosti bilo je za 41,5% ređe, a osećanja bezvrednosti za 50,9% ređe u blizini ozelenjenih parcela nego u kontrolnim područjima. Samo uklanjanje otpada, bez ozelenjavanja i redovnog održavanja prostora, nije dovelo do sličnog poboljšanja, iako treba imati u vidu da su se nalazi odnosili na prijavljena osećanja, a ne na klinički dijagnostikovanu depresiju.

Jedan od najvažnijih fizičkih efekata vegetacije jeste **ublažavanje pregrevanja grada**. Krošnje sprečavaju da deo sunčevog zračenja dospe do asfalta, fasada i drugih površina, dok se voda koju biljke preuzimaju iz zemljišta oslobađa kroz listove i pri isparavanju troši toplotu, kroz proces poznat kao evapotranspiracija. Analiza koja je obuhvatila približno 500 najvećih gradova sveta pokazala je da postojeća zelena infrastruktura tokom toplog dela godine prosečno smanjuje dnevnu temperaturu površine za oko 3 °C. Kapacitet hlađenja bio je manji u gradovima Globalnog juga, prosečno 2,5 °C, nego u gradovima Globalnog severa, gde je iznosio oko 3,6 °C. Treba naglasiti da je reč o razlikama u temperaturi tla i krovova, koja se beleži satelitskim merenjima, a ne o snižavanju temperature vazduha koju oseća čovek.

43 *Meta-analiza je kvantitativna naučna metoda koja statistički kombinuje i sintetiše rezultate više nezavisnih, ranije objavljenih studija o istoj temi radi donošenja objektivnijeg i statistički pouzdanijeg objedinjenog zaključka.*

44 *NDVI, odnosno normalizovani indeks razlike vegetacije, izračunava se na osnovu načina na koji vegetacija odbija crvenu i blisku infracrvenu svetlost. Koristi se za satelitsku procenu količine i gustine zelenila.*

Zdravstveni značaj tog efekta prikazan je u istraživanju koje je obuhvatilo 93 evropska grada. Procenjeno je da je **urbano toplotno ostrvo** tokom leta 2015. godine povećavalo temperaturu gradova za 1,5 °C u proseku i da je sa njegovim dejstvom moglo biti povezano oko 6 700 prevremenih smrti. Prema istom modelu, povećanje pokrivenosti krošnjama na 30% moglo bi smanjiti temperaturu vazduha za oko 0,4 °C u proseku i sprečiti približno 2 644 letnja smrtna ishoda. Ove brojke predstavljaju procene na osnovu modela, a ne ishode neposredno izmerene nakon sadnje drveća, ali nedvosmisleno pokazuju da hladovina i raspored krošnji imaju javnozdravstvenu vrednost koja prevazilazi estetsko uređenje ulica.

Vegetacija **može ukloniti i deo čestica i gasovitih zagađujućih materija** kroz njihovo taloženje na listovima, a zeleni pojasevi mogu odvojiti pešake i bicikliste od neposrednog izvora emisije. Ipak, drveće nije zamena za smanjenje emisija iz saobraćaja, ložišta i industrije, a njegov lokalni efekat zavisi od oblika ulice i načina sadnje. U širokim i dobro provetrenim prostorima krošnje najčešće pružaju hlad i doprinose smanjenju izloženosti, dok u uskim ulicama okruženim visokim zgradama, takozvanim **uličnim kanjonima**, veoma gusta i niska krošnja može ometati strujanje vazduha i zadržavati saobraćajno zagađenje u visini pešaka. U takvim prostorima pravilno postavljene žive ograde, manja stabla, dovoljan razmak među krošnjama i zelene fasade mogu imati povoljniji efekat od neplanski posađenog gustog drvoreda.

Slično važi i za buku. Široki, gusti pojasevi vegetacije i zemljani nasipi mogu fizički smanjiti širenje zvuka, ali tanak red stabala pored prometne ulice najčešće ne dovodi do **znatnog smanjenja nivoa buke**. Ipak, zelenilo menja način na koji se prostor doživljava, zaklanja izvor saobraćaja, uvodi prijatnije prirodne zvuke i obezbeđuje mesto za boravak i kretanje koje je udaljeno od kolovoza, zbog čega može smanjiti uznemirenost i psihološko opterećenje bukom čak i kada promena izmerenog nivoa zvuka nije velika.

Nepropusne gradske površine imaju još jednu važnu posledicu. Kiša koja padne na asfalt, beton i krovove brzo se sliva u kanalizacioni sistem, pa obilne padavine mogu za kratko vreme premašiti njegov kapacitet. Zemljište, korenje i vegetacija zadržavaju deo vode, usporavaju površinsko oticanje i omogućavaju njeno postepeno prodiranje u tlo. Parkovi, močvare, drvoredi sa dovoljno prostora za koren, kišne bašte, propusni pločnici, zeleni krovovi i uređene depresije za privremeno zadržavanje vode zbog toga **mogu smanjiti opterećenje kanalizacije i rizik od urbanih poplava**.

Urbane bašte, krovni vrtovi i zajedničke zelene površine mogu takođe **obezbediti ograničenu količinu povrća, voća, začinskog i lekovitog bilja**, ali ne mogu zameniti konvencionalne sisteme snabdevanja, a izbor zemljišta

zahteva poseban oprez. Sistematski pregled 174 istraživanja, koja su obuhvatila 143 urbana lokaliteta u 29 evropskih zemalja, pokazao je da su koncentracije olova, cinka, bakra, hroma i nikla najčešće prekoračivale nacionalne referentne vrednosti u ispitivanim gradskim zemljištima. Najveći oprez potreban je na nekadašnjim industrijskim lokacijama, uz veoma prometne saobraćajnice i na zemljištu nepoznate istorije. U takvim uslovima pre uzgoja hrane treba analizirati zemljište ili koristiti uzdignute leje ispunjene čistim supstratom, uz fizičku barijeru prema postojećem tlu.

Ozelenjavanje ima i ograničenja koja se ne rešavaju jednostavnim povećanjem broja stabala. Pojedine vrste proizvode **velike količine polena** koji kod osetljivih osoba može izazvati ili pogoršati **alergijski rinitis i astmu**. Istraživanje stabala na javnim površinama u Barseloni, Montrealu, Njujorku, Parizu i Vankuveru pokazalo je da se procena alergijskog rizika znatno menja u zavisnosti od korišćenih podataka o pojedinim vrstama, ali i da dominacija malog broja vrsta može stvoriti velike, vremenski koncentrisane izvore istog polena. Raznovrsniji sastav urbanih šuma zato je povoljniji ne samo zbog otpornosti na bolesti, štetočine i klimatske promene već i zato što smanjuje verovatnoću da će jedna vrsta u kratkom periodu proizvesti izuzetno veliku količinu polena. Prema tome, ozelenjavanje iz javnozdravstvene perspektive zahteva i izbor odgovarajućih vrsta, a ne samo postizanje željenog broja sadnica.

Vrste biljaka i način uređenja moraju odgovarati i lokalnoj klimi. Veliki travnjaci i dekorativne vrste koje zahtevaju stalno navodnjavanje mogu biti neodrživi u sušnim područjima, gde prednost imaju lokalno prilagođena stabla, žbunje i pokrivači zemljišta sa manjim potrebama za vodom. Na rubovima grada neodržavana suva vegetacija može povećati rizik od požara, dok plitke stajaće vode, zapušeni odvodi i neodržavane kišne bašte mogu stvoriti **pogodna mesta za razmnožavanje komaraca**.

Kako se iz navedenog može zaključiti, za stanovnika grada najvažnija je svakodnevna dostupnost zelenila, dok turista njegove efekte često oseća tokom višesatnog hodanja, čekanja, obilaska znamenitosti i boravka na otvorenom. Velike urbane šume i parkovi ostaju nezamenljivi, ali se njihova vrednost povećava kada ih dopunjuju ulična stabla, mali kvartovski parkovi, dvorišta, zelene pešačke trase i uređene obale. S druge strane, zeleni krovovi i zidovi mogu biti korisni u gusto izgrađenim četvrtima u kojima nema dovoljno slobodnog zemljišta, ali ne mogu u potpunosti nadomestiti hlad, biodiverzitet i društvenu funkciju zrelog ekosistema. Uređenost prostora je važna jer prostor koji na satelitskom snimku izgleda zelen može ostati gotovo neupotrebljiv ako mu se ne može prići, ako nema hlada na mestima kretanja ili ako korisnik u njemu ne oseća sigurnost.

BUKA I ZDRAVLJE U URBANOJ SREDINI

Buka nije samo veoma glasan zvuk, već svaki zvuk koji ometa odmor, komunikaciju, koncentraciju ili normalno funkcionisanje i koji, u zavisnosti od intenziteta i trajanja, može ugroziti zdravlje. U savremenom gradu njeni najvažniji izvori jesu drumski, železnički i vazdušni saobraćaj, građevinski radovi, industrija, ventilacioni i rashladni sistemi, ugostiteljski i zabavni objekti, sportske manifestacije i pojačana muzika. **Zdravstveni efekat** ne zavisi samo od toga koliko je zvuk glasan, već i koliko dugo traje, koliko često se ponavlja, u koje doba dana se javlja, da li je predvidljiv i u kojoj meri osoba može da ga kontroliše. Isti nivo zvuka zato se može subjektivno drugačije doživeti tokom izabranog koncerta, noćnog odmora, rada u restoranu i višegodišnjeg stanovanja uz prometnu saobraćajnicu.

Nivo zvuka izražava se decibelima, a **decibelska skala** je logaritamska. Povećanje od 3 dB približno odgovara udvostručenju zvučne energije, zbog čega i naizgled mala razlika u broju decibela može otprilike dvostruko povećati ukupnu dozu buke kojoj je čovek izložen. Pri proceni zdravstvenog rizika potrebno je razlikovati nivoe koji tokom dugotrajnog izlaganja mogu **oštetiti sluh** od nižih nivoa koji ne moraju oštećivati unutrašnje uvo, ali ipak **mogu remetiti san, izazivati uznemirenost, otežavati komunikaciju i doprinositi hroničnom stresu**. Zato se ista granična vrednost ne može koristiti za sve zdravstvene efekte buke, jer nivoi koji ne ugrožavaju sluh i dalje mogu ometati san, koncentraciju i psihofiziološki oporavak.

U profesionalnom okruženju evropska Direktiva 2003/10/EC je odredila donju akcionu vrednost dnevne izloženosti od 80 dB(A),[45] gornju akcionu vrednost od 85 dB(A) i graničnu vrednost od 87 dB(A), preračunato na osmočasovni radni dan.[46] Ove vrednosti prvenstveno služe zaštiti sluha zaposlenih i ne treba ih tumačiti kao granicu ispod koje buka ne može uticati na san, stres ili koncentraciju. Američki Nacionalni institut za bezbednost i zdravlje na radu preporučuje da **prosečna osmočasovna izloženost ne prelazi 85 dB(A), uz pravilo da se sa svakim povećanjem od 3 dB preporučeno vreme izlaganja prepolovi**. Tako se na primer granica izloženosti od 85 dB(A) odnosi na osam časova, 88 dB(A) na četiri časa, 91 dB(A) na dva časa, a 94 dB(A) na približno jedan čas izlaganja.

45 *Akciona vrednost znači nivo izloženosti pri čijem dostizanju poslodavac mora da počne da preduzima određene mere zaštite, na primer da informiše zaposlenog, obezbedi određenu zaštitu, pa i štitnike za uši. Dakle, nije isto što i granica dozvoljenog izlaganja.*

46 *Dnevni nivo izloženosti buci (LEX,8h) predstavlja prosečnu dozu zvuka preračunatu na osmočasovni radni dan. Ova vrednost ne opisuje samo najviši trenutni nivo, već zajednički uticaj jačine i trajanja svih zvukova tokom smene.*

Dugotrajno izlaganje veoma glasnom zvuku postepeno oštećuje čulne ćelije unutrašnjeg uva, što može dovesti do **trajnog slabljenja sluha i tinitusa, odnosno zujanja ili drugih zvučnih senzacija** koje ne potiču iz spoljašnje sredine. Nakon bučne smene, koncerta ili boravka u klubu zvuci mogu delovati prigušeno, a prag sluha privremeno povišen. Takva promena se često povuče nakon odmora, ali predstavlja znak da je zvučna doza bila velika. Ponavljane epizode privremenog slabljenja sluha ne treba smatrati bezazlenim navikavanjem, jer se oštećenje vremenom može nagomilavati.

Mnogo veći broj ljudi izložen je buci koja ne dostiže nivo potreban za oštećenje sluha, ali dovoljno dugo traje da ometa odmor i oporavak. Saobraćajna i druga buka može tokom sna izazivati buđenje, promene srčane frekvencije i krvnog pritiska, a osoba se ujutru ne mora sećati buđenja. Neželjena buka tokom dana podstiče **uznemirenost i aktiviranje sistema odgovora na stres**, dok se kod dugotrajnog izlaganja razmatraju hronična aktivacija simpatičkog nervnog sistema, oksidativni stres, zapaljenske promene i poremećaj funkcije krvnih sudova. Ovi mehanizmi pomažu da se objasni povezanost dugotrajne saobraćajne buke sa hipertenzijom, ishemijskom bolešću srca i metaboličkim poremećajima, naročito kada je izlaganje intenzivno tokom noći. Navikavanje na prisustvo buke može smanjiti svesni doživljaj ometanja, ali ne mora u potpunosti ukloniti fiziološke reakcije organizma.

Svetska zdravstvena organizacija zato preporučuje da dugoročni prosečan **nivo buke drumskog saobraćaja** bude niži od 53 dB, a noću ispod 45 dB. Za **avionsku buku** preporučene vrednosti su još niže, 45 dB tokom dana, večeri i noći zajedno i 40 dB tokom noćnog perioda.[47] Smisao ovih graničnih vrednosti je da se zaštita zdravlja ne ograniči na sprečavanje gubitka sluha, već da obuhvati i san, kardiovaskularno zdravlje i kvalitet života.

Razmere izloženosti pokazuju da buka nije marginalni problem modernog grada. Prema izveštaju Evropske agencije za životnu sredinu iz 2025. godine, više od petine stanovnika Evrope izloženo je štetnom nivou saobraćajne buke prema pragovima koji se koriste u evropskom izveštavanju, dok prema strožim preporukama Svetske zdravstvene organizacije taj udeo prelazi 30%. Drumski saobraćaj predstavlja najrasprostranjeniji izvor. Dugotrajnoj buci iz transporta u izveštaju se godišnje pripisuje približno **73 000 prevremenih smrti**, oko 49 000 novih slučajeva kardiovaskularnih bolesti i oko 23 000 slučajeva dijabetesa tipa 2, dok približno **4,6 miliona ljudi trpi ozbiljne poremećaje sna**.[48]

47 *Lden je dugoročni indikator ukupne buke tokom dana, večeri i noći, pri čemu se večernjoj i noćnoj buci dodaje veća težina zbog izraženijeg ometanja. Lnight predstavlja prosečan noćni nivo tokom dužeg perioda.*

48 *Reč je o populacionim procenama zdravstvenog tereta, a ne o broju pojedinačnih osoba kod kojih se buka može izdvojiti kao jedini neposredni uzrok bolesti.*

Buka utiče i na sposobnost primanja i obrade informacija. Posebno ometajući može biti razumljiv govor u pozadini, jer mozak delimično i nevoljno obrađuje njegovo značenje, čak i kada osoba pokušava da pažnju usmeri na drugi zadatak. U meta-analizi objavljenoj 2026. godine, koja je obuhvatila 30 istraživanja i 606 procena efekta, i razumljiv i nerazumljiv govor usporavali su čitanje u odnosu na tišinu, ali je razumljiv govor izazivao izrazitije smetnje i produžavao više faza obrade teksta. Ova pojava je u psihologiji poznata kao **efekat irelevantnog govora** (*Irrelevant Speech Effect*) i predstavlja jedan od glavnih razloga zašto je rad u *open-space* kancelarijama ili učenje u kafićima neefikasno. Zato poznata pesma sa lako razumljivim stihovima, razgovor za susednim stolom ili radio-emisija na maternjem jeziku mogu više ometati čitanje, pisanje i pamćenje od jednoličnog zvuka sličnog nivoa.

Visoka uznemirenost zbog buke povezuje se i sa **nepovoljnijim mentalnim zdravljem**, mada je u ovom području teško razdvojiti dejstvo samog zvuka od poremećaja sna, kvaliteta stanovanja i drugih životnih okolnosti. Sistematski pregled 13 istraživanja utvrdio je povezanost izražene uznemirenosti bukom sa depresivnošću, anksioznošću i lošijim pokazateljima mentalnog zdravlja, ali uz znatnu heterogenost rezultata. Zbog toga nalazi podržavaju zaključak da buka može doprineti psihološkom opterećenju, ali ne dokazuju jednostavnu i neposrednu uzročnu vezu između izloženosti buci i psihičkih poremećaja.

BUKA U UGOSTITELJSKIM OBJEKTIMA I SREDSTVIMA PREVOZA

U ugostiteljstvu zvuk ima dvostruku ulogu. Muzika, razgovor i živost prostora mogu doprineti atmosferi, ali ono što gost doživljava tokom jednog ili dva časa za zaposlenog predstavlja svakodnevnu izloženost tokom cele smene. Buci istovremeno doprinose razgovori gostiju, muzika, pomeranje stolica, posuđe i pribor za jelo, aparati za kafu, blenderi, sudomašine, ventilacija i kuhinjska oprema. Kada prostor ima mnogo tvrdih površina, visoke plafone bez akustičke obrade i malo materijala koji upijaju zvuk, refleksije produžavaju njegovo trajanje i otežavaju razgovor. Gosti i zaposleni tada nevoljno podižu glas, čime se ukupni nivo dodatno povećava. Ova pojava naziva se **Lombardov efekat**.

U istraživanju sprovedenom u šest restorana u jednom američkom univerzitetskom gradu obavljeno je 180 merenja celodnevne izloženosti kuvara, konobara, barmena i zaposlenih za pultom. Prosečna osmočasovna izloženost iznosila je 80 dB(A), uz raspon od 69 do 90 dB(A), dok je približno 8% rezultata premašivalo 85 dB(A). Izloženost je bila veća u restoranima sa punom uslugom nego u objektima sa usluživanjem za pultom, a pokazalo se da su buci posebno izloženi kuvari, da su bučnije smene tokom vikenda i perioda veće posećenosti grada. Važno je napomenuti da je istraživanje obuhvatalo samo dnevne smene, a ne večernje sate sa glasnijom muzikom i većim brojem gostiju.

Mnogo veće vrednosti nivoa buke zabeležene su u objektima u kojima je pojačana muzika centralni deo ponude. U istraživanju barmena u muzičkom klubu, diskoteci i pabu u Lođu obavljena su 64 merenja individualne izloženosti, a nivoi zvuka na radnim mestima kretali su se od 67,6 do 108,7 dB(A). Dnevna izloženost premašivala je donju vrednost od 80 dB(A) u 95% analiziranih slučajeva, dok je u 66% slučajeva bila viša od 85 dB(A). Najviše vrednosti registrovane su petkom i subotom, kada su objekti bili najposećeniji.

U narednom istraživanju iste istraživačke grupe praćeno je 18 barmena zaposlenih u muzičkom klubu, pabu i diskoteci. Prosečan nivo lične izloženosti, preračunat na osmočasovni radni dan, iznosio je 95 dB(A). Posle smene je kod 77% ispitanika registrovano privremeno pomeranje praga sluha od najmanje 10 dB na frekvenciji od 4 kHz. Kada se ovakva izloženost ponavlja iz smene u smenu, povećava se potreba za zaštitom sluha i periodičnim praćenjem zaposlenih.

I u restoranima koji nisu muzički klubovi nivoi mogu biti dovoljno visoki da ozbiljno otežaju komunikaciju. U ispitivanju restorana u Hongkongu izmerene vrednosti kretale su se od 66,7 do 82,6 dB(A), sa prosekom od 73,9 dB(A), a nivo je u velikoj meri zavisio od gustine popunjenosti prostora. U laboratorijskom eksperimentu u kome je simulirana restoranska buka učesnici su počinjali zvuk da doživljavaju kao smetnju pri približno 52 dB(A), dok su već oko 57 dB(A) nevoljno podizali glas.

Smanjenje buke u ugostiteljskom objektu ne zahteva da prostor izgubi živost. Najdelotvornije su mere koje smanjuju stvaranje i širenje zvuka, kao što su akustički plafoni i zidne obloge, materijali koji upijaju zvuk, pregrade između grupa stolova, pravilno usmeravanje zvučnika, izdvajanje veoma bučnih aparata, nabavka tiše opreme i kontrola jačine pozadinske muzike. Merenje treba obavljati u vreme najveće posećenosti, kada rade kuhinjski uređaji, ventilacija i muzika, a ne u praznom objektu pre početka smene. Ako se izloženost ne može dovoljno smanjiti tehničkim i organizacionim merama, potrebno je ograničiti vreme boravka u najbučnijim zonama, obezbediti pauze u tišem prostoru, odgovarajuću zaštitu sluha i kontrolu sluha zaposlenih.

Za klubove, koncerte, festivale i druge prostore sa pojačanom muzikom Svetska zdravstvena organizacija preporučuje najviši prosečan nivo zvuka od 100 dB, meren tokom petnaest minuta, neprekidno praćenje nivoa zvuka, pravilno projektovanje ozvučenja, dostupnu zaštitu sluha, jasno određene tihe zone i obuku zaposlenih. Ovaj standard namenjen je prvenstveno ograničavanju rizika za publiku koja takvim događajima prisustvuje povremeno. On ne znači da je 100 dB prihvatljiv nivo za zaposlenog tokom višesatne smene koja se ponavlja nekoliko puta nedeljno. Pored toga što predstavlja rizik za sluh, buka u ugostiteljstvu utiče na stalnu potrebu da se govori glasnije što predstavlja fizički napor, a otežano praćenje govora povećava kognitivno opterećenje za stalno zaposlene.

Takođe, **kontinuirana buka u avionskoj kabini** može predstavljati jedan od manje očiglednih činilaca zamora tokom putovanja. Merenja na komercijalnim letovima pokazuju da nivo buke u kabini može biti relativno visok, dok eksperimentalna istraživanja ukazuju da produženo izlaganje buci karakterističnoj za transport može značajno povećati mentalni zamor. Ipak, umor koji putnik oseća nakon leta ne može se pripisati samo buci, već verovatno nastaje zajedničkim delovanjem poremećaja sna, dugotrajnog sedenja, kabinskog pritiska, cirkadijalnog poremećaja i drugih uslova leta. U manjoj studiji iz 2023. godine ispitivano je spavanje putnika uz kabinsku buku. Naime, osam ispitanika spavalo je u avionskim sedištima uz simuliranu buku od približno 67 ili 83 dB(A). Spavanje u ovakvim uslovima bilo je povezano sa lošijim kvalitetom sna i većim umorom nakon spavanja nego spavanje kod kuće, a nije utvrđena značajna razlika u efektima dva ispitivana nivoa buke.

Za stanovnika grada i turistu koji u njemu boravi **noćna buka** ima poseban značaj. Smeštaj neposredno iznad ugostiteljskih objekata, u blizini saobraćajnice, železničke pruge ili aerodroma nepovoljno utiče na san, pri čemu je za gosta posledica boravka na bučnoj lokaciji nekoliko loše prospavanih noći, dok je za stalnog korisnika istog prostora reč o višegodišnjoj izloženosti. Interesantno je da zvuci vode, vetra, lišća i ptica mogu prikriti deo saobraćajne buke i učiniti prostor prijatnijim. Sistematski pregled i meta-analiza objavljeni 2024. godine pokazali su da su prirodni zvuci, u poređenju sa tihim okruženjem, u proseku bili povezani sa povoljnijim stanjem srčane frekvencije, krvnog pritiska i ritma disanja, zbog čega se preporučuju kao deo spa, wellness i urbanih prostora.

1.4. FIZIČKA AKTIVNOST KAO OSNOVA ZDRAVOG ŽIVOTNOG STILA

Pojmovi fizičke aktivnosti i sporta često se koriste kao sinonimi, iako se njihovi ciljevi, intenzitet i posledice po zdravlje mogu znatno razlikovati. Dugotrajan i intenzivan fizički napor predstavlja jedan od najvećih fizioloških izazova za organizam, dok opterećenja profesionalnog sporta neretko dosežu granice ljudske izdržljivosti. Vrhunski sport zato nije sinonim za zdrav način života. Njegov osnovni cilj jeste rezultat, koji se postiže takmičenjem, višegodišnjim intenzivnim treningom i tehnikama usmerenim na razvoj veoma specifičnih sposobnosti, ponekad po cenu dugoročnog zdravlja.

Ankete među profesionalnim sportistima pokazivale su da je znatan deo njih spreman da prihvati ozbiljne zdravstvene rizike radi vrhunskog plasmana. Posledice takvog odnosa prema rezultatu mogu biti akutne i hronične povrede, dugotrajni bol, pretreniranost, gastrointestinalne tegobe, zloupotreba suplemenata i doping sredstava, kao i poremećaji ishrane povezani sa zahtevima da se postigne ili održi određena telesna masa. Visoka, često nerealna očekivanja sportista, trenera, porodice, klubova i javnosti stvaraju okruženje u kojem fizičko i psihološko nasilje, kažnjavanje zbog neuspeha i zanemarivanje simptoma nisu retke pojave. Izrazito kompetitivna sredina može podsticati rivalitet, jednostran telesni i funkcionalni razvoj, a kod pojedinaca i izraženije narcisoidne osobine.

Profesionalni sport, ipak, donosi i određene prednosti. Sportisti od rane mladosti razvijaju disciplinu, odgovornost, sposobnost planiranja i istrajnost, a veštine stečene tokom treninga mogu se preneti na obrazovanje, rad i druge oblasti života. Boravak u sportskom okruženju često podrazumeva i veće interesovanje za ishranu i oporavak, dok zahtevna rutina treninga pojedine mlade sportiste može udaljiti od upotrebe cigareta, zloupotrebe alkohola i psihoaktivnih supstanci.

Za razliku od vrhunskog sporta, **fizička kultura i rekreacija** podrazumevaju planiranu i optimalno doziranu aktivnost čiji je osnovni cilj unapređenje fizičkih sposobnosti, zdravlja i psihološkog blagostanja. U savremenom načinu života, koji se karakteriše dugotrajnim sedenjem i malom svakodnevnom potrošnjom energije, fizička aktivnost nije samo oblik razonode, već zajedno sa pravilnom ishranom predstavlja prvu liniju zaštite od hroničnih bolesti. Njena korist zasniva se na tome što organizam izlaže dovoljno snažnom podsticaju da pokrene prilagođavanje, ali ne tolikom da izazove povredu, iscrpljivanje ili dugotrajan poremećaj oporavka. Kada je redovna i dobro osmišljena, fizička aktivnost je povezana sa dužim životom i manjim rizikom od prevremenog umiranja, a

razlike naročito dolaze do izražaja između pedesete i sedamdesete godine života. Pojedina istraživanja pokazuju da je smrtnost među starijim osobama slabe fizičke spremnosti približno tri puta viša nego među njihovim vršnjacima u kondiciji. Ova povezanost ne može se objasniti jednim mehanizmom, već zajedničkim dejstvom pozitivnih promena u srcu i krvnim sudovima, metabolizmu, telesnom sastavu, mišićima, plućima i nervnom sistemu.

Fizički aktivne osobe u proseku imaju **niži krvni pritisak, povoljnije vrednosti masnoća u krvi, bolju osetljivost na insulin i manji rizik od gojaznosti**. Time se smanjuje verovatnoća nastanka kardiovaskularnih bolesti, koje su i dalje vodeći uzrok smrti u svetu. Pored smanjivanja rizika od obolevanja, dobra fizička spremnost povećava funkcionalne rezerve organizma, odnosno sposobnost organa da u slučaju potrebe rade znatno iznad nivoa dovoljnog za svakodnevno mirovanje. Značaj ovih rezervi najjasnije se vidi tokom ozbiljne bolesti. Osoba sa upalom pluća, teškom infekcijom ili drugim velikim fiziološkim opterećenjem mora da ubrza rad srca, poveća ventilaciju pluća, održi snabdevanje tkiva kiseonikom i istovremeno sačuva dovoljno energije za imunski odgovor i oporavak. Kod fizički spremnih osoba sposobnost povećanja minutnog volumena srca, [49]odnosno srčana rezerva, naročito u poznijem dobu može biti i oko 50% veća nego kod osoba slabe kondicije. Takva razlika u svakodnevnom životu može ostati neprimetna, ali tokom teške bolesti može postati presudna.

Planirana fizička aktivnost povećava i **mišićnu masu i snagu**, a njeni efekti se ne svode na vidljivu hipertrofiju. U aktivnim mišićima raste broj i aktivnost mitohondrija,[50] povećava se koncentracija enzima uključenih u aerobno stvaranje energije, proširuje se kapilarna mreža i uvećavaju zalihe glikogena. Mišić tako postaje sposobniji da proizvodi energiju uz manju potrošnju kiseonika pri istom opterećenju, duže održava rad i brže se oporavlja.

Redovno vežbanje povećava osetljivost mišićnog i masnog tkiva na insulin, olakšava ulazak glukoze u ćelije i smanjuje rizik od razvoja dijabetesa tipa 2. Ovaj efekat postaje naročito važan u starijem dobu, kada neaktivnost ubrzava gubitak mišića i povećava rizik od metaboličkih poremećaja, slabosti i gubitka samostalnosti.

Povećana ukupna potrošnja energije kod fizički aktivnih osoba ne potiče samo od energije utrošene tokom samog vežbanja. Posle intenzivnijeg treninga izvesno vreme ostaje povećana i potrošnja kiseonika. U tom periodu obnavljaju se zalihe ATP-a, fosfokreatina, kiseonika i glikogena, reguliše telesna temperatura i

49 *Minutni volumen srca je količina krvi koju srce ispumpa za jedan minut i predstavlja proizvod broja srčanih otkucaja u minuti i količine krvi izbačene jednim otkucajem.*

50 *Mitohondrije su ćelijske strukture zadužene za dobijanje najvećeg dela energije potrebne za rad ćelije.*

obrađuju metabolički produkti. Laktat, koji se ranije pogrešno smatrao otpadnim produktom metabolizma, može biti iskorišćen kao gorivo u drugim mišićnim vlaknima i organima ili u jetri ponovo pretvoren u glukozu.

Fizička aktivnost može menjati i **osećaj gladi i sitosti** preko složene komunikacije između creva, masnog tkiva i mozga. Nakon pojedinih, naročito intenzivnijih treninga, može se privremeno smanjiti koncentracija aktivnog grelina, hormona koji podstiče glad, dok koncentracije peptida YY i glukagonu sličnog peptida 1 (GLP 1) mogu porasti i doprineti ranijem osećaju sitosti. Redovno vežbanje može poboljšati i osetljivost mozga na leptin, signal koji obaveštava centralni nervni sistem o količini energetskih zaliha u masnom tkivu. Ovi efekti nisu jednaki kod svih ljudi. Zavise od vrste, trajanja i intenziteta aktivnosti, energetskog unosa, sna, pola, hormonskog statusa i početnog telesnog sastava. Kod nekih osoba trening privremeno suzbija apetit, dok kod drugih povećana potrošnja energije kasnije dovodi do jače gladi. Zbog toga fizička aktivnost olakšava regulisanje telesne mase, ali ne garantuje spontano smanjenje energetskog unosa.

Fizički aktivne osobe često imaju i raznovrsniju crevnu mikrobiotu od sedentarnih osoba. Veći bakterijski diverzitet uglavnom se povezuje sa stabilnijim metabolizmom i većom otpornošću crevnog ekosistema, dok se smanjena raznovrsnost uočava kod gojaznosti, zapaljenskih bolesti creva i pojedinih drugih poremećaja. Deo razlike verovatno potiče od samog kretanja, a deo od toga što fizički aktivne osobe često imaju drugačiji način ishrane, manju količinu visceralnog masnog tkiva i povoljniji metabolizam glukoze.

Redovno kretanje podstiče i pokretljivost organa za varenje, pa smanjuje rizik od zatvora. Ovaj efekat naročito je značajan kod starijih osoba, ljudi koji dugo sede i osoba koje koriste lekove koji usporavaju rad creva. Umerena aktivnost uglavnom povoljno deluje na gastrointestinalni sistem, dok veoma dug i intenzivan napor može imati suprotan efekat. Kod ljudi koji se izlažu jakim naporima na treninzima izdržljivosti mogu se javiti mučnina, bol u stomaku, dijareja, refluks, pa čak i prolazno oštećenje crevne barijere, naročito tokom vežbanja na vrućini, uz dehidraciju ili nedovoljan unos energije.

Kost je metabolički aktivno tkivo koje reaguje na mehaničko opterećenje, a vežbe snage, hodanje, trčanje, skokovi i drugi oblici aktivnosti u kojima telo savladava gravitaciju podstiču aktivnost osteoblasta i doprinose očuvanju mineralne gustine kostiju. Ovaj efekat je naročito značajan kod žena nakon menopauze, kada pad koncentracije estrogena ubrzava gubitak koštane mase, ali i kod muškaraca u starijem dobu. Trening snage istovremeno čuva mišiće koji stabilizuju zglobove i poboljšava ravnotežu. Time se na rizik od preloma deluje dvostruko, prvo kost postaje otpornija, a drugo, manja je verovatnoća da će do

pada uopšte doći, što je važno jer, na primer, prelom kuka kod starijih osoba nije samo ortopedski problem, već događaj koji može dovesti do dugotrajne nepokretnosti, infekcija, gubitka samostalnosti i povećane smrtnosti.

Redovno i pravilno dozirano kretanje poboljšava i **cirkulaciju sinovijalne tečnosti**[51] koja podmazuje zglobne površine i omogućava ishranu hrskavice. Jačanje okolnih mišića rasterećuje zglobove, povećava njihovu stabilnost i može smanjiti bol i ukočenost kod osteoartritisa. Nasuprot uvreženom strahu da svako kretanje dodatno troši zglobove, odgovarajuće vežbanje najčešće poboljšava funkciju. Rizik se povećava kada je opterećenje naglo, neprilagođeno, tehnički nepravilno ili kada se trenira uprkos postojećem bolu i povredi.

Dobro dozirana fizička aktivnost značajno doprinosi i **mentalnom zdravlju**. Redovno vežbanje povezano je sa ublažavanjem simptoma depresije i anksioznosti, boljim raspoloženjem, kvalitetnijim snom i većom sposobnošću suočavanja sa stresom. Efekat ne potiče samo od jednog hormona ili neurotransmitera, već od zajedničkog delovanja promena u cirkulaciji, metabolizmu, neuroendokrinoj regulaciji i psihološkom doživljaju sopstvene sposobnosti.

Tokom i nakon vežbanja povećavaju se protok krvi i dopremanje kiseonika u mozak, a redovna aktivnost podstiče stvaranje neurotrofnog faktora poreklom iz mozga, poznatog kao BDNF.[52] Ovaj protein podržava opstanak neurona, **stvaranje novih veza i procese učenja i pamćenja.** Aerobna aktivnost povezuje se i sa očuvanjem zapremine hipokampusa, strukture mozga koja je naročito važna za pamćenje, a osetljiva na starenje i hroničan stres.

Vežbanje doprinosi i regulisanju **kortizola, poboljšanju kvaliteta sna** i oslobađanju endorfina i drugih neuromodulatora[53] povezanih sa prijatnim emocijama i smanjenjem bola. Psihološka korist proizlazi i iz osećaja napretka, strukture dnevne rutine, socijalnih kontakata i sticanja poverenja u sopstvene fizičke sposobnosti. Aktivnost, međutim, mora biti prilagođena pojedincu, pa program koji je neostvariv, iscrpljujući ili povezan sa stidom zbog izgleda može imati suprotan psihološki efekat.

Uticaj fizičke aktivnosti na **imunski sistem** najpre se ostvaruje preko promena u cirkulaciji, lučenju hormona i preraspodeli imunskih ćelija između krvi i tkiva. Tokom umerenog ili intenzivnijeg napora povećava se protok krvi, pa se veliki broj prirodnih ćelija ubica i citotoksičnih T-limfocita privremeno oslobađa iz

51 *Sinovijalna tečnost je viskozna tečnost unutar pokretnih zglobova koja smanjuje trenje između zglobnih površina i doprinosi ishrani zglobne hrskavice.*

52 *BDNF je neurotrofni faktor poreklom iz mozga (engl. brain-derived neurotrophic factor), protein koji podržava opstanak i funkciju nervnih ćelija, stvaranje novih neuronskih veza i procese učenja i pamćenja.*

53 *Neuromodulatori su supstance koje menjaju način na koji nervne ćelije međusobno komuniciraju i tako utiču na raspoloženje, bol, budnost, motivaciju i druge funkcije nervnog sistema.*

slezine, koštane srži i prostora uz zidove krvnih sudova i prelazi u cirkulaciju. Broj ovih ćelija u krvi tokom vežbanja može naglo porasti, a zatim se u periodu oporavka spustiti i ispod početne vrednosti. Taj pad se ranije pogrešno tumačio kao privremeno slabljenje imuniteta. Ćelije, međutim, nisu uništene, već se preraspodeljuju prema plućima, koži, crevnoj sluzokoži i drugim tkivima u kojima nastavljaju nadzor i traženje znakova infekcije ili oštećenja, pa se može reći da trening privremeno ubrzava kretanje imunskih ćelija kroz organizam.

Aktivni skeletni mišići istovremeno oslobađaju miokine, signalne molekule kojima komuniciraju sa jetrom, masnim tkivom, krvnim sudovima i imunskim sistemom. Posebno mesto ima interleukin 6 (IL 6). Isti molekul učestvuje u infekcijama i hroničnom zapaljenju, ali se njegovo kratkotrajno oslobađanje iz mišića tokom vežbanja odvija u drugačijem fiziološkom okruženju, pa tada IL 6 podstiče stvaranje protivzapaljenskih posrednika. Dugoročni **protivzapaljenski efekat** fizičke aktivnosti potiče i od smanjivanja visceralnog masnog tkiva, poboljšanja osetljivosti na insulin i ublažavanja metaboličkih poremećaja koji održavaju hronično zapaljenje niskog intenziteta.

Uticaj fizičke aktivnosti zavisi od njene doze, učestalosti i mogućnosti oporavka. Umereno vežbanje i razumno dozirani intenzivniji treninzi podržavaju metabolizam, imunski odgovor i prilagođavanje na stres. Veoma dugotrajan i iscrpljujući napor, naročito kada se ponavlja uz nedovoljno sna, odmora, energije i ugljenih hidrata, može privremeno poremetiti funkciju sluzokože i pojedinih imunskih ćelija, povećati gastrointestinalne tegobe i doprineti razvoju pretreniranosti, ali ove promene se očekuju kod profesionalnih sportista tokom gustog rasporeda takmičenja, višestrukih dnevnih treninga i nedovoljnog oporavka, a ne kod rekreativaca.

Podaci iz 2019. godine ukazuju na veoma nizak nivo zdravstveno usmerene fizičke aktivnosti među odraslim stanovništvom Srbije. Preporučeni nivo aerobne aktivnosti, definisan kao najmanje 150 minuta nedeljno provedenih u fitnesu, sportu, rekreaciji ili vožnji bicikla, ostvarivalo je svega 11,0% stanovnika uzrasta od 18 do 64 godine. Udeo je bio viši među muškarcima, kod kojih je iznosio 14,4%, i u beogradskom regionu, gde je dostizao 19,7%.

Vežbe jačanja mišića najmanje dva puta nedeljno izvodilo je samo 7,5% odraslih iste starosne grupe. Kada se istovremeno uzmu u obzir ukupne preporuke Svetske zdravstvene organizacije za aerobnu aktivnost i jačanje mišića izvan radnih obaveza, ispunjavalo ih je svega 4,4% odraslih građana Srbije. Udeo je bio viši kod muškaraca, 6,7%, stanovnika Beograda, 7,1%, osoba sa visokim obrazovanjem, 6,9%, i članova domaćinstava sa visokim prihodima, 8,7%.

Posebno zabrinjava izrazit pad aktivnosti sa godinama. Dok je preporuke ispunjavalo 11,2% osoba uzrasta od 18 do 24 godine, među stanovnicima starosti od 55 do 64 godine taj udeo iznosio je svega 0,6%. Upravo je to životno doba u kojem očuvanje mišićne snage, aerobne sposobnosti, ravnoteže i koštane mase postaje posebno važno za sprečavanje dijabetesa, kardiovaskularnih bolesti, padova, preloma i gubitka samostalnosti.

Ovi podaci pokazuju da glavni javnozdravstveni izazov nije nedostatak vrhunskog sporta, teretana ili sofisticiranih programa treninga, već činjenica da veliki deo stanovništva nema ni osnovni nivo redovnog kretanja. Za ovaj deo populacije, najbolji oblik fizičke aktivnosti nije onaj koji najbrže dovodi do vidljivog rezultata, već onaj koji je dovoljno bezbedan, prijatan i ostvariv da postane trajan deo života.

Aktivnost na putovanjima

Turističko putovanje može naglo promeniti nivo fizičke aktivnosti, posebno u slučaju ljudi koji tokom većeg dela godine vode pretežno sedentaran način života. Velike studije savremenih populacija pokazuju da se prosečan broj koraka u industrijalizovanim društvima često kreće oko 5 000 dnevno, uz niže vrednosti kod izrazito neaktivnih osoba. Nasuprot tome, u tradicionalnim zajednicama u kojima su hodanje i fizički rad sastavni deo svakodnevice beleže se znatno veće vrednosti. Kod pripadnika zajednice Old Order Amish izmereno je prosečno 18 425 koraka dnevno kod muškaraca i 14 196 kod žena, dok su kod Hadža lovaca-sakupljača u Tanzaniji zabeležene vrednosti od približno 18 400 koraka kod muškaraca i 10 900 kod žena. Ovakvi podaci pružaju pouzdaniju predstavu o nivou kretanja karakterističnom za način života bez motorizovanog prevoza.

Na putovanju, međutim, i savremeni sedentaran čovek može za svega nekoliko dana dostići ili višestruko premašiti takav nivo aktivnosti. U istraživanju u kojem su GPS uređajima praćene 154 grupe turista u Sidneju i Melburnu zabeleženo je da su tokom obilaska grada prelazili približno 10 do 35 km dnevno. U zavisnosti od dužine koraka, to okvirno odgovara rasponu od oko 13 000 do više od 40 000 koraka. Gradski turizam tako može pretvoriti osobu naviknutu na nekoliko hiljada koraka dnevno u veoma aktivnog pešaka, pri čemu se veliki obim kretanja često ne doživljava kao vežbanje, jer je raspoređen između obilaska znamenitosti, muzeja, trgova, prodavnica i pešačkih zona. Upravo je u tome jedna od zdravstvenih prednosti turističkog putovanja, ali i mogući problem jer se mišići, tetive, stopala i zglobovi ne prilagođavaju povećanom opterećenju istom brzinom kojom turista može da promeni dnevni raspored.

Još veće opterećenje javlja se tokom aktivnog odmora. Jedno istraživanje je pratilo 17 muškaraca tokom deset uzastopnih dana planinarenja u Škotskoj. Učesnici su dnevno prelazili prosečno 21 km, uz raspon od 10 do 35 km, a prosečan uspon je iznosio oko 1 160 m. Prevedeno u broj koraka, dnevno su u proseku prelazili približno 28 000 koraka, iako stvarni broj zavisi od dužine koraka i konfiguracije terena. Posebno je značajno što su stariji učesnici tokom višednevnog napora pokazivali progresivnu dehidraciju, povezanu sa pogoršanjem pojedinih pokazatelja fizičke i kognitivne sposobnosti.

Aktivni odmor zato ne treba posmatrati samo kao priliku za povećanje potrošnje energije i poboljšanje kondicije, već i kao period u kojem osoba može naglo biti izložena višestruko većem fizičkom opterećenju nego u svakodnevnom životu.

Za turistu je zato važna razlika između poželjne fizičke aktivnosti i naglog preopterećenja. Naglo povećanje kretanja može imati brojne zdravstvene koristi, ali njegov efekat zavisi od kondicije, uzrasta, telesne mase, obuće, terena, temperature, hidracije i vremena za oporavak. Posebno kod starijih osoba i ljudi slabe fizičke spremnosti korisnije je postepeno povećavati dnevnu udaljenost nego pokušavati da se u nekoliko dana nadoknadi višemesečna neaktivnost.

1.5. GOJAZNOST I SAVREMENI NAČIN ŽIVOTA

Gojaznost (*obesitas*) predstavlja hronično i složeno stanje sklono ponavljanju u kojem prekomerno nakupljanje masnog tkiva ugrožava zdravlje. Iako do povećanja telesne mase u krajnjoj liniji dolazi kada energetski unos tokom dužeg perioda premašuje potrošnju, gojaznost se ne može svesti na jednostavnu računicu unetih i potrošenih kalorija. Na njeno nastajanje utiču genetska predispozicija, energetski bogata hrana, fizička neaktivnost, nedostatak sna, stres, pojedini lekovi i hormonski poremećaji, ali i okruženje u kojem su sedenje, motorizovani prevoz i stalna dostupnost hrane postali deo svakodnevice. Prema podacima Svetske zdravstvene organizacije, 2022. godine sa gojaznošću je živelo oko 16% odraslog stanovništva sveta, a njena učestalost se od 1990. više nego udvostručila.

Za procenu uhranjenosti najčešće se koristi **indeks telesne mase (BMI)**,[54] pri čemu se kod odraslih vrednost od 30 kg/m^2 ili više tradicionalno svrstava u gojaznost. Iako koristan za populacionu dijagnostiku, BMI ne pokazuje koliko masnog tkiva osoba zaista ima niti gde je ono raspoređeno, pa dve osobe iste telesne mase mogu imati veoma različit metabolički rizik. Zbog toga savremeni pristupi, pored BMI, sve više uzimaju u obzir obim struka, raspored masnog tkiva i prisustvo poremećaja funkcije organa. Komisija časopisa *The Lancet Diabetes & Endocrinology* predložila je 2025. godine da se o kliničkoj gojaznosti govori kada višak masnog tkiva već narušava rad organa ili sposobnost osobe da obavlja svakodnevne aktivnosti.

54 *Indeks telesne mase (BMI) predstavlja odnos telesne mase izražene u kilogramima i kvadrata telesne visine izražene u metrima.*

Zdravstveni značaj gojaznosti daleko prevazilazi promenu telesnog izgleda. Ona povećava rizik od dijabetesa tipa 2, hipertenzije, poremećaja masnoća u krvi, kardiovaskularnih bolesti, opstruktivne apneje u snu, masne bolesti jetre, bolesti žučne kese i osteoartritisa, a povezana je i sa poremećajima reproduktivnog zdravlja i povećanim rizikom od određenih malignih bolesti. Višak telesne mase istovremeno povećava mehaničko opterećenje zglobova i otežava kretanje, pa se sa vremenom mogu međusobno pojačavati dva problema. S jedne strane sve manja fizička aktivnost olakšava dalje nakupljanje masti, dok s druge strane povećana telesna masa dodatno otežava kretanje.

Razlog za tako širok spektar posledica postaje razumljiv kada masno tkivo prestane da se posmatra kao pasivno skladište energije. Ono je metabolički i endokrino veoma aktivno tkivo koje oslobađa adipokine,[55] hormone i druge signalne molekule kojima komunicira sa mozgom, jetrom, mišićima, krvnim sudovima i imunskim sistemom. Kada se masne ćelije prekomerno uvećavaju, menja se i samo tkivo i povećava se prisustvo imunskih ćelija, naročito makrofaga, i oslobađanje citokina[56] koji održavaju hroničnu zapaljensku reakciju niskog intenziteta. Takvo okruženje doprinosi razvoju insulinske rezistencije,[57] poremećaju metabolizma glukoze i masti i postepenom oštećenju krvnih sudova. Eksperimentalna istraživanja pokazuju da su ove zapaljenske promene naročito izražene u tzv. visceralnom masnom tkivu. Masno tkivo smešteno duboko u trbušnoj duplji, oko unutrašnjih organa, poznato kao visceralno masno tkivo, metabolički je nepovoljnije od većeg dela potkožnog masnog tkiva. Centralno nagomilavanje masti, odnosno građa koja se tradicionalno opisuje kao androidna ili „oblik jabuke", više je povezano sa insulinskom rezistencijom, metaboličkim sindromom, hipertenzijom i kardiovaskularnim rizikom nego pretežno potkožno nakupljanje masti na kukovima i butinama. Zbog toga obim struka često pruža važnu informaciju koju sama telesna masa ne može da pokaže.

Odnos masnog i mišićnog tkiva dodatno povezuje gojaznost sa savremenim sedentarnim načinom života. Skeletni mišići predstavljaju jedno od glavnih mesta na kojima se glukoza iz krvi koristi kao izvor energije. Kada se fizička aktivnost smanjuje, postepeno se gube mišićna masa i metabolička sposobnost mišića, dok povećano nakupljanje masti pogoduje insulinskoj rezistenciji. Tako se može razviti svojevrstan začarani krug u kojem manja mišićna masa i slabija fizička sposobnost olakšavaju dalje povećanje udela masnog tkiva, a povećana telesna masa dodatno smanjuje spremnost za kretanje.

55 *Adipokini su signalni molekuli koje stvara masno tkivo i koji učestvuju u regulaciji apetita, metabolizma, osetljivosti na insulin, zapaljenja i funkcije krvnih sudova.*

56 *Citokini su mali signalni proteini kojima ćelije, naročito ćelije imunskog sistema, međusobno prenose informacije i regulišu zapaljenski i imunski odgovor.*

57 *Insulinska rezistencija je stanje u kojem ćelije slabije odgovaraju na dejstvo insulina, pa je za održavanje normalne koncentracije glukoze u krvi potrebno sve više ovog hormona.*

Masno tkivo učestvuje i u metabolizmu polnih hormona. Enzim aromataza, prisutan u masnom tkivu, pretvara androgene u estrogene, zbog čega povećana količina masnog tkiva može menjati hormonsku ravnotežu kod oba pola. Kod muškaraca je centralna gojaznost povezana sa nižim koncentracijama testosterona i većom učestalošću erektilne disfunkcije, dok kod žena gojaznost utiče na ovulatornu funkciju i reproduktivno zdravlje. Efekti nisu posledica samo hormonskih promena, već i insulinske rezistencije, oksidativnog stresa, zapaljenja i poremećaja funkcije krvnih sudova.

Gojaznost je značajna i u nastanku **malignih bolesti**. Međunarodna agencija za istraživanje raka navodi ubedljive dokaze da višak telesne masti povećava rizik od najmanje 13 vrsta raka, među kojima su karcinomi endometrijuma, dojke nakon menopauze, debelog creva, jetre, pankreasa i bubrega. Mehanizmi uključuju hroničnu inflamaciju, insulinsku rezistenciju, promene koncentracija insulina i faktora rasta i poremećen metabolizam polnih hormona. Kod žena nakon menopauze masno tkivo postaje važan izvor estrogena, što predstavlja jedan od razloga povezanosti gojaznosti sa hormonski zavisnim tumorima dojke.

DA LI JE GOJAZNOST NASLEDNA?

Činjenica da se gojaznost često javlja kod više članova iste porodice ne znači da se nasleđuju samo kilogrami. U porodici se usvajaju predstave o tome šta je uobičajen obrok, kolika je normalna porcija, koliko često se jede, kakvo mesto imaju slatkiši, grickalice i fizička aktivnost, ali se istovremeno nasleđuju i biološke osobine koje utiču na apetit, osećaj sitosti, energetsku potrošnju i način skladištenja energije. Zbog toga je pogrešno gojaznost isključivo svoditi na nedostatak volje i nuditi veoma restriktivne dijete kao dokaz da je dovoljno jednostavno manje jesti. Jednako je pogrešno genetsku sklonost predstavljati kao nepromenljivu sudbinu i zanemarivati značaj navika i doslednosti u njihovoj promeni. Savremeno okruženje, u kojem je energetski bogata hrana stalno dostupna, a potreba za kretanjem sve manja, deluje na ljude koji se međusobno znatno razlikuju po biološkoj osetljivosti na takvo okruženje.

Ova rasprava ima i **političku dimenziju**. U pojednostavljenoj podeli, konzervativni pristup naglašava ličnu odgovornost, samodisciplinu i porodične navike, dok liberalni pristup više pažnje posvećuje društvenim nejednakostima, uslovima života, dostupnosti zdrave hrane i smanjenju stigmatizacije. Preterano insistiranje na prvom pristupu može pretvoriti zdravstveni problem u procenu nečijeg karaktera i osudu, dok prenaglašavanje drugog može potceniti mogućnost pojedinca da menja ponašanje i utiče na sopstveno zdravlje. Uvažavanje bioloških i društvenih činilaca zato treba povezati sa podsticanjem lične odgovornosti, uz razumevanje da isti cilj ne zahteva isti napor od svake osobe.

Genetska komponenta gojaznosti naročito je dobro potvrđena u studijama blizanaca i usvojene dece. Danska studija na 540 odraslih usvojenika pokazala je da je njihova telesna građa bila znatno povezanija sa telesnom građom bioloških nego usvojiteljskih roditelja. Mnogo kasnije, objedinjena analiza čak 140 379 parova blizanaca iz 20 zemalja pokazala je da genetski faktori objašnjavaju veliki deo razlika u BMI između ljudi,[58] pri čemu je procenjena naslednost bila najveća u mlađem odraslom dobu, oko 75-77%, a sa starenjem se smanjivala na približno 57-59%.

Uticaj naslednosti vidi se čak i kada se životni uslovi gotovo potpuno izjednače. U jednom eksperimentu 14 parova jednojajčanih gojaznih bliznakinja provelo je 28 dana na strogo kontrolisanoj veoma niskoenergetskoj ishrani. Prosečno su izgubile 8,8 kg, ali je veličina gubitka znatno varirala između različitih parova, dok su sestre unutar istog para reagovale veoma slično. Sličan obrazac dobijen je kod sedam parova jednojajčanih muškaraca koji su 93 dana svakodnevno trenirali na bicikl-ergometru uz kontrolisan energetski unos, pa je odgovor na isto fizičko opterećenje bio mnogo sličniji unutar para nego između različitih parova. Geni, dakle, ne određuju da li će promena ishrane ili fizička aktivnost delovati, ali mogu značajno uticati na veličinu odgovora organizma na istu intervenciju.

Često se pretpostavlja da je sklonost ka skladištenju energije evolutivno nasleđe vremena u kojem su se periodi obilja smenjivali sa nestašicom hrane. Prema takozvanoj hipotezi štedljivih gena, osobine koje su omogućavale efikasno čuvanje energetskih rezervi mogle su predstavljati prednost u uslovima povremenog gladovanja, dok u današnjem okruženju stalnog izobilja mogu pogodovati gojaznosti. Ovu ideju, međutim, treba posmatrati kao jednu od evolutivnih hipoteza, a ne kao konačno objašnjenje savremene epidemije gojaznosti. Dobar primer populaciono specifične genetske predispozicije predstavlja određena genetska varijanta koja je relativno česta kod stanovništva Samoe i drugih pacifičkih populacija i koja je povezana sa većim BMI i povećanim rizikom od gojaznosti. Ona pokazuje da pojedine populacije zaista mogu nositi genetske varijante sa izraženijim uticajem na telesnu masu, ali takvi primeri ne mogu objasniti nagli porast gojaznosti u čitavom svetu.

Genetske forme gojaznosti mogu se pojednostavljeno podeliti na **monogenske, sindromske i poligenske**. Monogenska gojaznost nastaje zbog patogene promene u jednom genu, najčešće u putevima koji u mozgu regulišu glad i sitost.

58 *Naslednost je statistički pokazatelj koji opisuje u kojoj meri se razlike među ljudima u određenoj osobini, na primer BMI-u, mogu objasniti njihovim genetskim razlikama u datoj populaciji i datim životnim uslovima. Ne pokazuje koliki deo osobine kod pojedinca određuju geni. Na primer, ako kažemo da je naslednost BMI-a 70%, to znači da od svih razlika u BMI-u koje postoje među ljudima u toj posmatranoj populaciji, oko 70% može se statistički povezati sa genetskim razlikama među njima, a ostatak sa razlikama u sredini i drugim faktorima.*

Veoma je retka, a na nju se posebno sumnja kada se izrazito teška gojaznost javlja već u ranom detinjstvu i praćena je stalnim i jakim osećajem gladi. Da ovakva gojaznost predstavlja poseban biološki poremećaj pokazuje i činjenica da se kod određenih retkih genetskih defekata danas može ciljano delovati lekovima na taj signalni put.

Kod sindromske gojaznosti višak telesne mase predstavlja samo deo šireg genetskog poremećaja i javlja se zajedno sa drugim karakterističnim osobinama. Primeri su Prader-Vilijev, Bardet-Biedlov i Alstromov sindrom, kod kojih mogu postojati poremećaji razvoja, vida, sluha, endokrini poremećaji ili intelektualne teškoće. Nasuprot tome, gojaznost u opštoj populaciji najčešće je poligenska, pa ne postoji jedan gen za gojaznost, već veliki broj genetskih varijanti od kojih svaka pojedinačno ima mali efekat, dok se njihov zajednički uticaj ispoljava u stalnoj interakciji sa ishranom, kretanjem, snom, stresom i drugim uslovima života.

Razmere te genetske složenosti pokazale su studije široke asocijacije genoma (GWAS, *genome-wide association study*) koje predstavljaju istraživanja u kojima se kod velikog broja ljudi ispituju genetske varijante širom genoma kako bi se pronašle one koje su češće povezane sa određenom osobinom ili bolešću. Jedna od najvećih analiza, sprovedena na približno 700 000 ljudi evropskog porekla, identifikovala je 941 genetsku varijantu povezanu sa BMI. Ipak, sve te varijante zajedno objašnjavale su svega oko 6% razlika u BMI u populaciji. Taj prividni paradoks pokazuje da visoka naslednost gojaznosti ne znači da postoji nekoliko gena koji određuju telesnu masu, već da na nju utiče veoma veliki broj genetskih činilaca, kao i njihove interakcije sa sredinom. Takođe, to pokazuje da **genetika nije sudbina**, ali može odrediti koliko će se lako telesna masa povećavati, gde će se mast skladištiti, koliko će organizam reagovati na ograničenje hrane i koliko će teško biti održati smanjenu telesnu masu. U tom kontekstu često se govori o *set-pointu* telesne mase, odnosno o tendenciji organizma da pomoću nervnih, hormonskih i metaboličkih mehanizama održava određeni raspon telesne mase. To ne treba zamišljati kao jednu nepromenljivu, genetski zapisanu brojku. Telesna masa može trajno da se promeni, ali nakon njenog smanjenja organizam često odgovara povećanjem apetita i drugim kompenzatornim promenama koje pogoduju ponovnom dobijanju kilograma. Zbog toga uspešno lečenje gojaznosti ne završava se dostizanjem željene telesne mase, već je **faza njenog dugoročnog održavanja** podjednako važna kao i početni gubitak mase.

HORMONSKA REGULACIJA GLADI I SITOSTI

Razumevanje gladi i sitosti značajno se promenilo 1994. godine, kada je identifikovan gen odgovoran za stvaranje leptina i postalo jasno da masno tkivo nije samo skladište energije, već organ koji aktivno komunicira sa mozgom. **Leptin** stvaraju masne ćelije približno srazmerno količini uskladištene masti, pa ovaj hormon hipotalamusu, delu mozga koji učestvuje u regulaciji energetskog balansa, prenosi informaciju o tome koliko energije organizam ima u rezervi. Kada su zalihe dovoljne, leptin doprinosi smanjenju apetita i promenama u energetskoj potrošnji. Njegova uloga je, dakle, pre svega dugoročna jer leptin ne govori mozgu koliko smo uneli za jedan obrok, već mu daje širu informaciju o stanju energetskih rezervi.

Koliko je taj sistem značajan pokazali su izuzetno retki slučajevi urođenog nedostatka leptina. Deca sa ovim poremećajem imaju intenzivnu, gotovo neprekidnu glad i veoma rano razvijaju tešku gojaznost, jer njihov mozak prima signal kao da energetskih rezervi gotovo nema. Davanje leptina kod takvih pacijenata može dramatično smanjiti glad i telesnu masu. Međutim, ubrzo nakon početnog oduševljenja leptinom pokazalo se da uobičajena gojaznost ima sasvim drugačiju biologiju. Većina gojaznih ljudi nema premalo leptina, već ga, naprotiv, ima mnogo, jer ga stvara velika masa masnog tkiva. Problem je u tome što mozak na taj signal više ne reaguje dovoljno, odnosno razvija se leptinska rezistencija.

Leptin je samo jedan glas u izuzetno složenom sistemu kojim digestivni trakt, masno tkivo, pankreas i mozak međusobno razmenjuju informacije o gladi i energetskim potrebama. Nasuprot leptinu, grelin, koji se najvećim delom stvara u želucu, predstavlja jedan od važnih kratkoročnih signala gladi. Njegova koncentracija obično raste tokom perioda bez hrane i neposredno pred obrok, a opada nakon jela. Zanimljivo je da se njegovo lučenje delimično prilagođava uobičajenom rasporedu ishrane pa kod ljudi koji redovno jedu u određeno vreme porast grelina se javlja u to vreme. To objašnjava poznato iskustvo da se glad javlja „po satu" čak i kada prethodni obrok nije bio naročito davno. Ova osobina može biti primetna i na putovanju, kada se vreme obroka naglo promeni ili se nakon prelaska vremenskih zona lokalni raspored jela više ne poklapa sa onim na koji je organizam navikao.

Posle obroka u regulaciju sitosti uključuju se i hormoni digestivnog sistema. Holecistokinin se oslobađa naročito kao odgovor na masti i proteine i, između ostalog, usporava pražnjenje želuca i doprinosi osećaju sitosti. Peptid YY (PYY) se oslobađa iz završnih delova tankog i debelog creva nakon obroka i takođe smanjuje unos hrane, dok **GLP 1, peptid sličan glukagonu 1**, istovremeno deluje

na centre za apetit, usporava pražnjenje želuca i učestvuje u regulaciji lučenja insulina. GLP 1 sistem je poslednjih godina postao jedna od najvažnijih meta farmakološkog lečenja gojaznosti.

Posebno je važno što se ovaj sistem prilagođava promenama telesne mase. Kada osoba izgubi veći broj kilograma, organizam ne ostaje pasivan, već pokreće mehanizme koji podstiču ponovno uzimanje hrane. U poznatom istraživanju Sumitran i saradnika, 50 osoba sa viškom telesne mase ili gojaznošću bilo je uključeno u desetonedeljni program veoma niskoenergetske ishrane. Prosečan gubitak iznosio je 13,5 kg. Posle mršavljenja koncentracija leptina, PYY i holecistokinina se smanjila, koncentracija grelina povećala, a osećaj gladi postao izraženiji. Važnije je što se veliki deo ovih promena održavao i godinu dana kasnije. Organizam, drugim rečima, izgubljenu telesnu masu ne prihvata nužno kao novo neutralno stanje, već može dugo da odgovara pojačanom glađu i drugim promenama koje pogoduju povratku kilograma.

Povratak kilograma ne može se tumačiti samo kao gubitak discipline, jer iza njega postoje merljive fiziološke adaptacije. Fizička aktivnost, dugoročno uređena ishrana i dovoljno sna mogu pomoći održavanju povoljnijeg energetskog balansa, dok nedostatak sna može delovati upravo u suprotnom pravcu. U maloj, ali dobro kontrolisanoj studiji kod 12 zdravih mladih muškaraca, ograničenje sna bilo je povezano sa smanjenjem leptina za oko 18%, povećanjem grelina za oko 28% i povećanjem subjektivnog osećaja gladi za 24%.

Promene hormona digestivnog sistema predstavljaju i jedan od razloga zbog kojih barijatrijska hirurgija ne deluje samo mehaničkim smanjivanjem količine hrane koja može da stane u želudac. Posle određenih operacija značajno se menja komunikacija creva i mozga, što uključuje povećano oslobađanje GLP 1 i PYY i promene koncentracije grelina, što može doprineti smanjenju gladi, bržoj sitosti i poboljšanju metabolizma glukoze.

Slična genetska predispozicija, ali različito okruženje na primeru Pima Indijanaca

Jedan od najupečatljivijih primera odnosa između nasleđa i životnog okruženja pruža poređenje populacija Pima u Arizoni i planinskim oblastima severozapadnog Meksika. One potiču od zajedničkih predaka, a prema proceni navedenoj u ranijim istraživanjima razdvojile su se pre približno 700-1 000 godina. Tokom XX veka njihovi životni uslovi postali su gotovo suprotni. Pima u Arizoni živeli su u izrazito modernizovanom okruženju, sa zapadnjačkim obrascem ishrane i znatno manjom potrebom za fizičkim radom, dok je meksička populacija u udaljenim delovima Sijera Madre još dugo zadržala način života zasnovan na poljoprivredi,

fizičkom radu i tradicionalnijoj ishrani. Zbog velike genetske srodnosti, ali veoma različitih životnih okolnosti, ove dve populacije predstavljale su svojevrstan prirodni eksperiment za proučavanje gojaznosti i dijabetesa.

Prvi rezultati su privukli veliku pažnju. Ravusin i saradnici su početkom devedesetih ispitali 35 odraslih Pima u Meksiku, 19 žena i 16 muškaraca, i uporedili ih sa po deset odgovarajućih Pima iz Arizone za svakog ispitanika. Meksički Pima imali su prosečno svega 64,2 kg, dok je kod njihovih američkih rođaka prosečna telesna masa iznosila 90,2 kg. Razlika nije poticala samo od telesne visine, jer je prosečan BMI bio 24,9 kg/m^2 u Meksiku, a čak 33,4 kg/m^2 u Arizoni. Niža je bila i prosečna koncentracija ukupnog holesterola, 146 prema 174 mg/dL. Među 35 meksičkih Pima dijabetes je utvrđen kod samo tri osobe, dok bi se na osnovu tadašnje učestalosti bolesti među Pima u Arizoni očekivao višestruko veći broj obolelih. Autori su već tada zaključili da zajednička sklonost ka bolesti ne mora imati isti ishod kada se ljudi nalaze u sasvim različitim životnim uslovima.

Postojala je i razlika u svakodnevnom kretanju. Meksički muškarci Pima prijavljivali su oko 33 sata nedeljno umerenih ili intenzivnijih fizičkih aktivnosti povezanih sa radom i slobodnim vremenom, naspram približno 12 sati kod muškaraca u Arizoni, dok je kod žena razlika iznosila 22 sata prema svega tri sata nedeljno. Nije reč o tome da su meksički Pima nekoliko puta nedeljno vežbali, već je fizička aktivnost bila ugrađena u strukturu njihovog dana, u način rada, kretanja i obavljanja svakodnevnih poslova.

Razlikovala se i ishrana. Prema etnoistorijskoj rekonstrukciji, tradicionalna ishrana Pima od pre približno jednog veka sadržala je veoma visok udeo složenih ugljenih hidrata, oko 70–80% ukupne energije, svega 8–12% masti i 12–18% proteina. Bila je zasnovana pretežno na poljoprivrednim proizvodima i bogata biljnim vlaknima. Do druge polovine XX veka obrazac ishrane Pima u Arizoni se izrazito promenio, uz mnogo veći unos masti i industrijski proizvedene hrane. Ni meksički Pima u istraživanju iz devedesetih više se nisu hranili na tradicionalan način, ali je oko 62% energije i dalje poticalo iz ugljenih hidrata, oko 26% iz masti, dok je dnevni unos vlakana iznosio približno 51-55 g. Ovi podaci pokazuju da visok udeo ugljenih hidrata nije dovoljan da objasni nastanak gojaznosti, jer su značajni i njihova vrsta, sadržaj vlakana, energetska gustina ukupne ishrane i nivo fizičke aktivnosti.

Jedno istraživanje je uporedilo 194 meksička i 449 američkih Pima koji su imali normalne nalaze šećera u krvi. Ispostavilo se da su meksički Pima imali znatno nižu jutarnju koncentraciju insulina, 6,22 prema 13,56 μU/mL, kao i više nego dvostruko niži HOMA-IR, pokazatelj kojim se procenjuje insulinska rezistencija, 1,40 prema 3,07. Razlika se održala i u podgrupi ispitanika uparenih prema

polu, starosti i količini masnog tkiva, što pokazuje da niža insulinska rezistencija meksičkih Pima nije bila samo posledica njihove manje gojaznosti i dodatno podržava značaj celokupnog načina života.

Petnaest godina kasnije do udaljenih zajednica u Sijera Madre stiglo je više prodavnica savremene hrane, pa je tradicionalni način života počeo da se menja. Istraživači su zato 2010. godine ponovo došli u istu oblast i ispitali 359 Pima i 251 njihovog suseda koji nije pripadao Pima populaciji, koristeći metode uporedive sa onima iz 1995. godine. Rezultat je izgledao gotovo kao ubrzana verzija onoga što se prethodno dogodilo u Arizoni. Učestalost gojaznosti kod muškaraca Pima porasla je sa 6,6 na 15,7%, a kod žena sa 18,9 na 36,3%. Isti trend pojavio se i kod njihovih suseda, pa je gojaznost kod muškaraca porasla sa 8,5 na 20,5%, a kod žena sa 29,5 na 42,9%. Drugim rečima, kako je zajedničko okruženje postajalo više zapadnjačko, razlika između etničkih grupa postajala je manje važna od promene kojoj su obe bile izložene.

Iako Pima iz Meksika i Arizone nisu genetski potpuno identične populacije, genetske razlike među njima su suviše male da bi same mogle da objasne tako velike razlike u gojaznosti i dijabetesu. Zdravstveni ishod nastao je iz sadejstva predispozicije i životnog okruženja, pri čemu su svakodnevno kretanje, način rada i ishrana imali izuzetno veliki značaj. Genetika može povećati sklonost, ali ne određuje ishod. Kada se naslednoj predispoziciji pridruže sedentarni način života i nepovoljno prehrambeno okruženje, rizik može postati višestruko veći.

TERAPIJA GOJAZNOSTI

Lečenje gojaznosti podrazumeva smanjenje i dugoročno održavanje postignute telesne mase, ublažavanje zdravstvenih posledica bolesti i sprečavanje komplikacija. Izbor terapije zavisi od stepena gojaznosti, rasporeda masnog tkiva, prisustva pratećih bolesti, prethodnih pokušaja mršavljenja i individualnog odgovora na lečenje. Osnovu terapije predstavljaju promena načina ishrane i povećanje fizičke aktivnosti, dok se kod osoba kod kojih ove mere ne daju dovoljan ili održiv rezultat, odnosno kod izraženije gojaznosti i pridruženih zdravstvenih problema, prema odgovarajućim indikacijama primenjuju i lekovi ili barijatrijska hirurgija.

U početnoj proceni razmatraju se i stanja koja mogu doprineti povećanju telesne mase ili otežavati njeno smanjenje. Među njima su određeni **endokrini poremećaji**, poput hipotireoze[59] i, znatno ređe, Kušingovog sindroma,[60] kao i primena lekova koji povećavaju apetit ili podstiču dobijanje na telesnoj masi. Obim ispitivanja prilagođava se kliničkoj slici, a otkrivanje i lečenje ovih faktora deo su individualnog terapijskog pristupa.

Promena ishrane i fizička aktivnost

Smanjenje masnih zaliha zahteva negativan energetski bilans, odnosno unos energije manji od njene potrošnje. Brzina smanjenja telesne mase, međutim, nije stalna. Početni pad delom može poticati od smanjenja zaliha glikogena i sa njim povezane vode, zbog čega ne odražava isključivo gubitak masnog tkiva. Sa smanjenjem telesne mase opada i energija potrebna za održavanje organizma i kretanje, dok hormonska i metabolička prilagođavanja mogu dodatno smanjiti energetsku potrošnju i pojačati glad. Početni energetski deficit zato se postepeno smanjuje, a kada se unos i potrošnja približno izjednače, nastupa **plato u mršavljenju** (*weight-loss plateau*). Režim koji je prethodno omogućavao gubitak telesne mase tada može postati dovoljan samo za njeno održavanje, pa se za dalje smanjenje mase terapijski plan ponovo procenjuje i prilagođava.

Postizanje energetskog deficita olakšava se smanjenjem unosa energetski guste hrane, naročito ultraprerađenih proizvoda bogatih mastima i dodatim šećerima, uz obezbeđivanje dovoljnog unosa proteina, vitamina, minerala i prehrambenih vlakana. Izabrani režim treba da omogući smanjenje ukupnog energetskog unosa, očuva nutritivnu adekvatnost ishrane i bude prilagođen dugoročnom sprovođenju. Održivost promena važna je ne samo tokom mršavljenja već i u periodu održavanja postignute telesne mase.

Koliko izbor hrane može uticati na spontani energetski unos pokazalo je kontrolisano istraživanje u kojem je 20 odraslih osoba tokom dva uzastopna dvonedeljna perioda dobijalo ultraprerađenu, odnosno neprerađenu i minimalno prerađenu hranu, uz slobodan izbor količine. Tokom ishrane **ultraprerađenim proizvodima** ispitanici su u proseku unosili oko 500 kcal dnevno više i za dve nedelje dobili približno 0,9 kg, dok su tokom drugog režima približno toliko telesne mase izgubili. Ovaj nalaz pokazuje da osobine ponuđene hrane mogu znatno uticati na količinu spontano unete energije. Veća energetska gustina čvrstog dela obroka i brži unos ultraprerađene hrane koja je mekše konzistencije i zahteva manje žvakanja predstavljaju moguća objašnjenja uočenog efekta.

59 *Hipotireoza je stanje nedovoljnog stvaranja hormona štitaste žlezde, koje može usporiti metaboličke procese i doprineti umoru i povećanju telesne mase.*

60 *Kušingov sindrom je skup poremećaja nastalih usled dugotrajnog prekomernog dejstva kortizola ili lekova sa sličnim dejstvom. Može biti praćen nakupljanjem masnog tkiva pretežno na trupu, slabošću mišića i povišenim krvnim pritiskom.*

Fizička aktivnost doprinosi energetskoj potrošnji, ali njen značaj prevazilazi neposredni uticaj na telesnu masu. Vežbe snage posebno su važne za očuvanje mišićne mase tokom mršavljenja, dok kombinovanje vežbi snage i aerobnih aktivnosti doprinosi poboljšanju fizičke sposobnosti. Redovna fizička aktivnost ima važnu ulogu i u dugoročnom održavanju postignute telesne mase, zbog čega predstavlja trajni deo terapije, a ne samo privremenu meru tokom dijete.

Bihejvioralna i psihološka podrška

Promena ishrane zahteva i promenu ponašanja povezanog sa hranom. Glad nije jedini razlog zbog kojeg čovek jede i unos hrane može biti vezan za određeno doba dana, gledanje televizije, društvo, stres, dosadu, alkohol ili naviku da se hrana koristi kao nagrada. Bihejvioralni pristup zato nastoji da prepozna situacije koje automatski podstiču uzimanje hrane i da promeni vezu između stimulusa i odgovora.

Jedna od jednostavnih tehnika jeste **kontrola stimulusa**, odnosno uređivanje neposrednog okruženja tako da visokokalorična hrana nije stalno vidljiva i nadohvat ruke. Druga je **samopraćenje**, kroz beleženje obroka, veličine porcija, telesne mase, fizičke aktivnosti i okolnosti u kojima se javlja potreba za hranom. Kod osoba koje jedu kao odgovor na stres ili na neprijatna emocionalna stanja korisno je razvijati **druge načine rasterećenja**, koji mogu uključivati druženje, šetnju, muziku, hobi ili druge prijatne aktivnosti. Korisno je i jesti sporije, bez stalnog odvlačenja pažnje, kako bi postepeni razvoj sitosti mogao lakše da se registruje. Cilj ovih postupaka nije uvođenje što većeg broja zabrana, već stvaranje svakodnevnog okruženja u kojem se poželjno ponašanje lakše održava.

Farmakološko lečenje gojaznosti

Farmakološka terapija primenjuje se kada promene načina ishrane i fizičke aktivnosti ne dovode do dovoljnog ili održivog smanjenja telesne mase, odnosno kada stepen gojaznosti i pridruženi zdravstveni rizici opravdavaju dodatno lečenje. Lekovi se uključuju uz nastavak nefarmakoloških mera, a izbor preparata zavisi od zdravstvenog stanja pacijenta, očekivane koristi, mogućih neželjenih efekata i odgovora na terapiju.

Među lekovima koji smanjuju apsorpciju masti iz hrane izdvaja se **orlistat**. On inhibira želudačne i pankreasne lipaze, enzime koji razgrađuju masti, čime ograničava njihovu apsorpciju u crevima. Njegov učinak na smanjenje telesne mase je umeren, a najčešći neželjeni efekti neposredno proizlaze iz mehanizma delovanja. Neapsorbovana mast može izazvati masne stolice, gasove, hitnu potrebu za pražnjenjem creva i dijareju, naročito nakon obroka bogatih mastima. Orlistat može smanjiti i apsorpciju vitamina rastvorljivih u mastima, odnosno vitamina A, D, E i K.

Značajan napredak u farmakoterapiji gojaznosti doneli su lekovi koji deluju na hormonske sisteme uključene u **regulaciju apetita i metabolizma**. Semaglutid, aktivna supstanca preparata Wegovy, i tirzepatid, aktivna supstanca preparata *Mounjaro*, odobreni su u Evropskoj uniji za kontrolu telesne mase kod odraslih sa indeksom telesne mase od najmanje 30 kg/m^2, odnosno najmanje 27 kg/m^2 uz pridruženi zdravstveni problem povezan sa prekomernom telesnom masom. *Mounjaro* je odobren i za lečenje dijabetesa tipa 2. Semaglutid se nalazi i u preparatu *Ozempic*, čija je odobrena indikacija u Evropskoj uniji lečenje dijabetesa tipa 2.

Semaglutid aktivira receptore za glukagonu sličan peptid 1, odnosno GLP-1, hormon koji se oslobađa iz creva nakon obroka. Povećava osećaj sitosti, smanjuje glad i unos hrane, podstiče lučenje insulina kada je koncentracija glukoze povišena i usporava pražnjenje želuca. U studiji koja je obuhvatila 1 961 osobu bez dijabetesa, primena 2,4 mg semaglutida jednom nedeljno dovela je do prosečnog smanjenja početne telesne mase za 14,9% tokom 68 nedelja, naspram 2,4% uz placebo.

Tirzepatid istovremeno aktivira receptore za GLP-1 i glukozozavisni insulinotropni polipeptid, odnosno GIP, drugi crevni hormon koji učestvuje u regulaciji lučenja insulina i metabolizma hranljivih materija. U studiji na 2 539 učesnika bez dijabetesa, prosečan gubitak telesne mase posle 72 nedelje iznosio je 15% pri nedeljnoj dozi od 5 mg, 19,5% pri dozi od 10 mg i 20,9% pri dozi od 15 mg, naspram 3,1% uz placebo. Efekti ova dva leka su upoređeni u studiji koja je sprovedena na 751 učesniku. Kako se pokazalo, tirzepatid je tokom 72 nedelje smanjio telesnu masu prosečno za 20,2%, a semaglutid za 13,7%, pri najvećim podnošljivim dozama predviđenim protokolom.

Retatrutid, lek novije generacije, aktivira tri vrste receptora: za GLP-1, GIP i glukagon. Glukagon učestvuje u mobilizaciji energetskih rezervi, a aktiviranje njegovih receptora moglo bi doprineti i povećanju energetske potrošnje. U ispitivanju druge faze sa 338 učesnika, nedeljna doza retatrutida od 12 mg dovela je do prosečnog smanjenja telesne mase za 24,2% tokom 48 nedelja, naspram 2,1% uz placebo. Najčešće neželjene reakcije bile su gastrointestinalne, a zabeležen je i porast srčane frekvencije zavisan od doze. Proizvođač je u maju 2026. godine objavio rezultate studije treće faze, sa procenjenim prosečnim smanjenjem mase od 28,3% tokom 80 nedelja pri dozi od 12 mg. Do septembra 2026. godine retatrutid još nije dobio regulatorno odobrenje za redovnu primenu.

Klinička istraživanja pokazala su koristi koje prevazilaze samo smanjenje telesne mase. U studiji na 17 604 osobe koje su imale prekomernu telesnu masu ili gojaznost i već postojeće kardiovaskularno oboljenje, ali nisu imale dijabetes,

semaglutid je smanjio učestalost kombinovanog ishoda koji je obuhvatao kardiovaskularnu smrt, infarkt i moždani udar. Tokom prosečno 39,8 meseci ovi događaji zabeleženi su kod 6,5% učesnika koji su primali semaglutid i 8% onih koji su primali placebo, što odgovara relativnom smanjenju rizika od 20%.

Korist je utvrđena i kod određenih bolesti bubrega i srca. U studiji sa 3 533 pacijenta sa dijabetesom tipa 2 i hroničnom bolešću bubrega, semaglutid je tokom praćenja od približno 3,4 godine smanjio za 24% rizik od kombinovanog ishoda koji je obuhvatao teško pogoršanje bubrežne funkcije ili smrt usled bubrežnih ili kardiovaskularnih oboljenja. U drugoj studiji na 731 osobi sa gojaznošću i srčanom insuficijencijom sa očuvanom ejekcionom frakcijom, pogoršanje srčane insuficijencije zabeleženo je kod 8% pacijenata koji su primali tirzepatid i 14,2% onih koji su primali placebo, tokom praćenja čije je srednje trajanje bilo približno dve godine.

Ispitivani su i efekti na jetru i disanje tokom sna. U jednoj studiji kod pacijenata sa metabolički uslovljenim steatohepatitisom i fibrozom jetre,[61] povlačenje steatohepatitisa bez pogoršanja fibroze nakon 72 nedelje zabeleženo je kod 62,9% lečenih semaglutidom i 34,3% onih koji su primali placebo. Poboljšanje fibroze bez pogoršanja steatohepatitisa ostvareno je kod 36,8%, odnosno 22,4% pacijenata. U dva ispitivanja kod osoba sa gojaznošću i opstruktivnom apnejom u snu, tirzepatid je tokom 52 nedelje smanjio broj epizoda prekida ili izrazitog smanjenja disanja tokom sna. Međutim, navedene rezultate ne treba shvatiti kao dokaz da je korisna preventivna upotreba ovih lekova kod zdravih osoba normalne telesne mase.

Najčešće neželjene reakcije na semaglutid i tirzepatid jesu mučnina, povraćanje, dijareja, zatvor i bol u stomaku. Češće se javljaju pri započinjanju terapije i povećavanju doze, pa se doziranje postepeno prilagođava. Akutni pankreatitis je redak. U ispitivanjima injekcionog semaglutida za smanjenje telesne mase zabeležena su približno dva slučaja na 1 000 osoba praćenih godinu dana, naspram manje od jednog uz placebo. U objedinjenim ispitivanjima tirzepatida za kontrolu telesne mase pankreatitis je zabeležen kod 0,2% učesnika i u terapijskoj i u placebo grupi. Žučni kamenci bili su češći uz semaglutid. Javili su se kod 1,6% lečenih i 0,7% učesnika koji su primali placebo, dok je zapaljenje žučne kese zabeleženo kod 0,6%, odnosno 0,2%.

61 *Steatohepatitis je zapaljenje jetre praćeno nakupljanjem masti i oštećenjem ćelija jetre. Fibroza jetre je prekomerno stvaranje vezivnog, odnosno ožiljnog tkiva kao odgovor na oštećenje.*

Upozorenje na medularni karcinom štitaste žlezde[62] zasniva se prvenstveno na nalazima tumora C-ćelija kod glodara, a uzročna povezanost sa ovim tumorom kod ljudi nije potvrđena. Američka uputstva ipak isključuju primenu ovih lekova kod osoba sa ličnom ili porodičnom istorijom medularnog karcinoma štitaste žlezde ili kod osoba sa sindromom multiple endokrine neoplazije tipa 2.[63] Što se drugih malignih bolesti tiče, meta-analiza iz 2025. godine nije pokazala jasno povećanje ukupnog rizika od raka, ali je ukazala na moguće povećanje rizika od tumora štitaste žlezde i debelog creva. Druga analiza, sa 94 245 učesnika u 48 ispitivanja, nije utvrdila jasno povećanje rizika od raka štitaste žlezde, pankreasa ili dojke. Praćenje u ovim studijama uglavnom traje nekoliko godina, pa još ne daje odgovor o posledicama višedecenijske primene.

Tokom mršavljenja gubi se i deo nemasne mase. U studiji koja je obuhvatila 160 učesnika sa merenjem telesnog sastava, približno 75% mase izgubljene uz tirzepatid činila je mast, a 25% nemasna masa. **Nemasna masa nije isto što i mišićna masa**. Ona obuhvata i vodu, organe i druga nemasna tkiva, pa se njen gubitak ne može u celini pripisati gubitku mišića. Posebnu pažnju zahtevaju starije osobe i pacijenti sa već smanjenom mišićnom rezervom, a tokom terapije važni su dovoljan unos proteina i redovan trening snage.

Vraćanje značajnog dela izgubljene telesne mase nakon prekida terapije je često. U produženom praćenju jedne studije učesnici koji su prethodno uz semaglutid izgubili prosečno 17,3% početne telesne mase vratili su tokom godine nakon prekida terapije približno dve trećine izgubljenih kilograma. Sličan obrazac pokazala je druga studija. Nakon početnih 36 nedelja primene tirzepatida i prosečnog gubitka mase od 20,9%, učesnici su ili nastavili terapiju ili prešli na placebo. Tokom naredne 52 nedelje oni koji su prešli na placebo dobili su prosečno 14% mase koju su imali u trenutku prekida leka, dok su oni koji su nastavili terapiju izgubili još 5,5%.

Imajući navedeno u vidu, smernice već predviđaju dugotrajnu primenu ovih lekova za održavanje postignutog rezultata. Svetska zdravstvena organizacija je 2025. godine uslovno preporučila dugotrajno lečenje odraslih sa gojaznošću lekovima iz ove grupe. Današnji talas široke primene snažnijih lekova ove grupe za mršavljenje vezuje se prvenstveno za period od **2021. godine**, kada je *Wegovy* odobren u SAD, a odobrenje u Evropskoj uniji usledilo je 2022. godine. Tirzepatid je u SAD odobren za dijabetes 2022. godine, a za kontrolu telesne mase 2023. godine. Međutim, čitava grupa GLP-1 agonista nije toliko nova jer se prvi lek ove grupe, eksenatid, koristi od 2005. godine, a semaglutid za dijabetes od 2017. godine.

62 *Medularni karcinom štitaste žlezde je maligni tumor koji nastaje iz C-ćelija štitaste žlezde, zaduženih za stvaranje hormona kalcitonina.*

63 *Sindrom multiple endokrine neoplazije tipa 2 (MEN2) je nasledni poremećaj koji povećava sklonost ka razvoju tumora u više žlezda sa unutrašnjim lučenjem, naročito u štitastoj i nadbubrežnim žlezdama.*

Dugogodišnje iskustvo sa starijim lekovima u lečenju dijabetesa dopunjuje procenu bezbednosti, ali ne zamenjuje višedecenijsko praćenje novijih lekova, tirzepatida ili retatrutida, pa ni semaglutida u višim dozama koje se koriste za gojaznost.

Na ponašanje pacijenata može uticati i način na koji se objašnjava nastanak gojaznosti. Predstavljanje genetske sklonosti kao unapred određene sudbine može smanjiti osećaj lične kontrole i doprineti pasivizaciji. U eksperimentu iz 2014. godine, čija je završna analiza obuhvatila 137 studenata, učesnici koji su pročitali da gojaznost prvenstveno nastaje zbog naslednih osobina potom su pojeli prosečno oko 52 g keksa. Oni koji su pročitali da na nastanak gojaznosti prvenstveno utiče društveno okruženje pojeli su prosečno oko 33 g.

S druge strane, predstavljanje gojaznosti kao trajnog stanja koje zahteva dugotrajno lečenje ima i komercijalnu dimenziju. Sa poslovnog stanovišta, farmaceutskoj industriji odgovaraju uvrštavanje lekova na pozitivne liste i finansiranje preko osiguranja, jer proširuju krug korisnika, dok dugotrajna, potencijalno doživotna primena znači ponovljenu prodaju. Novo Nordisk u godišnjem izveštaju za 2025. godinu navodi **rast prodaje lekova** za gojaznost od 31% pri stalnim deviznim kursevima, 3,6 miliona korisnika i aktivnosti usmerene na proširenje finansiranja terapije preko zdravstvenog osiguranja.

Barijatrijska hirurgija i liposukcija

Kod teške gojaznosti ili gojaznosti praćene značajnim metaboličkim bolestima najdelotvorniji pristup za dugoročno smanjenje telesne mase je **barijatrijska hirurgija**. Danas se najčešće izvode uzdužna gastrektomija, pri kojoj se odstranjuje veliki deo želuca i formira uzak želudačni rukav, i *Roux-en-Y* želudačni bajpas, kojim se formira mali želudačni rezervoar koji se direktno povezuje sa tankim crevom, tako da hrana zaobilazi veći deo želuca i početni deo tankog creva. Njihov efekat nije samo posledica manjeg kapaciteta želuca, već uključuje i promene u brzini prolaska hrane kroz digestivni trakt i lučenju hormona, poput GLP 1, PYY i grelina, što utiče na regulaciju gladi i sitosti i metabolizam glukoze.

Savremene smernice iz 2022. godine preporučuju barijatrijsku hirurgiju kod odraslih osoba sa BMI od najmanje 35 kg/m^2 nezavisno od prisustva komorbiditeta, kao i kod osoba sa dijabetesom tipa 2 i BMI od najmanje 30 kg/m^2. Kod BMI između 30 i 34,9 kg/m^2 operacija se može razmatrati kada nehirurško lečenje ne omogućava značajno i trajno smanjenje telesne mase ili poboljšanje bolesti povezanih sa gojaznošću. Dakle, procena se ne zasniva samo na BMI, već obuhvata opšte zdravstveno stanje, pridružene bolesti, operativni rizik, prethodno lečenje i mogućnost dugotrajnog praćenja pacijenta.

Barijatrijske operacije mogu dovesti do velikog i dugotrajnog smanjenja telesne mase, a kod mnogih pacijenata i do bolje kontrole dijabetesa tipa 2, snižavanja krvnog pritiska, poboljšanja lipidnog profila i ublažavanja opstruktivne apneje u snu. Ipak, radi se o velikim hirurškim zahvatima. Rane komplikacije uključuju krvarenje, infekciju, curenje sadržaja na liniji šavova ili na mestu hirurškog spoja i vensku tromboemboliju. Dugoročno se mogu javiti nedostaci gvožđa, vitamina B12, folata, kalcijuma i vitamina D, zbog čega su potrebne redovne kontrole i odgovarajuća doživotna suplementacija.

Posle pojedinih operacija, naročito želudačnog bajpasa, može nastati i damping sindrom, odnosno skup tegoba izazvanih prebrzim prelaskom hrane iz želuca u tanko crevo. Rani oblik javlja se u prvom satu nakon obroka i može biti praćen mučninom, grčevima, dijarejom, preznojavanjem, slabošću i ubrzanim radom srca. Kasni oblik javlja se obično jedan do tri sata nakon obroka i ispoljava se padom glukoze u krvi usled prekomernog lučenja insulina, uz preznojavanje, drhtanje, osećaj gladi, slabost i lupanje srca.

Za razliku od barijatrijske hirurgije, **liposukcija** nije metoda lečenja opšte gojaznosti, već estetska operacija namenjena uklanjanju lokalizovanih nakupina potkožnog masnog tkiva i promeni konture tela. Kanilom[64] se kroz male rezove odstranjuju ćelije masnog tkiva iz određenog područja, najčešće sa trbuha, bokova, butina, nadlaktica ili vrata. Količina tkiva koja se može bezbedno ukloniti zavisi od obima procedure, telesne građe pacijenta, tehnike, pratećih bolesti i uslova postoperativnog nadzora, a uklanjanje više od pet litara ukupnog aspirata, koji obuhvata mast i tečnost, smatra se liposukcijom velikog volumena i zahteva poseban oprez zbog većeg rizika komplikacija.

Rezultat liposukcije može biti dugotrajan ukoliko telesna masa ostane približno stabilna, jer se broj masnih ćelija u tretiranom području neposredno smanjuje. Ako osoba kasnije dobija na težini, preostali adipociti mogu da se uvećavaju, a mast se može ponovo nakupljati i u tretiranim i u drugim delovima tela, pri čemu obrazac raspodele nije isti kao pre intervencije. Liposukcija ne uklanja visceralnu mast i nije terapija metaboličkih posledica abdominalne gojaznosti. Jedno manje istraživanje pokazalo je da se tokom godinu dana deo masnog tkiva nadoknađuje, ali sa promenjenom anatomskom raspodelom, dok je u drugom istraživanju, koje je obuhvatilo 36 žena normalne telesne mase, šest meseci nakon abdominalne liposukcije zabeleženo kompenzatorno povećanje visceralne masti kod fizički neaktivnih žena. Kod žena koje su nakon intervencije bile uključene u program vežbanja takav porast nije zabeležen.

64 *Kanila je tanka šuplja cev koja se pri liposukciji uvodi kroz mali rez na koži i koristi za uklanjanje potkožnog masnog tkiva.*

Najčešće neposredne posledice liposukcije su otok, modrice i prolazni bol, dok moguće komplikacije uključuju serom (nakupljanje tkivne tečnosti), infekciju, dugotrajne promene osetljivosti kože, nepravilnosti konture, asimetriju, udubljenja ili talasastu površinu kože i pogoršanje postojeće opuštenosti kože. Kod obimnijih zahvata posebnu pažnju zahtevaju poremećaji ravnoteže tečnosti i gubitak krvi, a među retkim, ali ozbiljnim komplikacijama nalaze se duboka venska tromboza, plućna tromboembolija, masna embolija,[65] kardiovaskularne komplikacije i povrede dubljih struktura. Elastičnost kože predstavlja važan činilac estetskog rezultata jer ako se koža nakon uklanjanja većeg volumena masti ne može dovoljno prilagoditi smanjenom volumenu potkožnog tkiva, može ostati opuštena i naborana.

Kako fizička aktivnost doprinosi smanjenju telesne mase?

Fizička aktivnost povećava energetsku potrošnju i predstavlja važan deo regulisanja telesne mase, ali je njen **samostalni učinak na smanjenje telesne mase često manji** nego što ljudi očekuju. Pri proceni dodatne energetske potrošnje treba razlikovati ukupnu energiju utrošenu tokom vežbanja od energije koju bi organizam potrošio u istom periodu i bez tog vežbanja. Još značajnije je to što povećana fizička aktivnost kod nekih ljudi izaziva kompenzatorne promene, poput povećanog unosa hrane, pa stvarni energetski deficit može biti manji od očekivanog. U jednom dvanaestonedeljnom istraživanju kod osoba sa viškom telesne mase zabeležena je značajna energetska **kompenzacija** tokom programa aerobnog vežbanja, iako je veći obim aktivnosti ipak bio dovoljan da dovede do smanjenja masnog tkiva. Značajno smanjenje masnog tkiva ostvareno je u grupi koja je vežbanjem trošila približno 3 000 kcal nedeljno, ali ne i u grupi sa potrošnjom od približno 1 500 kcal nedeljno.

Koliko ljudi mogu **pogrešno proceniti** potrošnju tokom vežbanja upečatljivo pokazuje istraživanje Univerziteta u Otavi. Šesnaest mladih odraslih osoba izvelo je dve sesije hoda ili trčanja na pokretnoj traci tokom kojih je indirektnom kalorimetrijom[66] izmerena potrošnja od 200, odnosno 300 kcal. Potrošnju od 200 kcal učesnici su u proseku procenili na čak 825 kcal, a potrošnju od 300 kcal na približno 897 kcal. Kada je od njih zatim zatraženo da iz ponuđene hrane pojedu količinu za koju smatraju da odgovara upravo potrošenoj energiji, nakon sesije od 200 kcal uneli su prosečno oko 557 kcal, a nakon sesije od 300 kcal oko 607 kcal. Iako je istraživanje bilo malo i obuhvatilo osobe normalne telesne mase, dobro ilustruje koliko subjektivna procena potrošene energije i količine hrane potrebne za njenu nadoknadu može biti nepouzdana.

65 *Masna embolija je začepljenje krvnih sudova kapljicama masti koje su dospele u krvotok, najčešće nakon povrede ili određenih hirurških zahvata.*

66 *Indirektna kalorimetrija je metoda procene energetske potrošnje organizma na osnovu merenja potrošnje kiseonika i stvaranja ugljen-dioksida.*

Energetska restrikcija dovodi do smanjenja masnog tkiva, ali se istovremeno može izgubiti i deo nemasne telesne mase, uključujući mišiće. Fizička aktivnost, posebno trening snage, pomaže da se gubitak mišićne mase ograniči. Jedno malo istraživanje obuhvatilo je 11 osoba sa izraženom gojaznošću koje su tokom 12 nedelja, uz medicinski nadzor, bile na strogo energetski ograničenoj ishrani sa dodatkom proteina. Obe grupe imale su program hodanja, dok je jedna dodatno sprovodila trening snage tri puta nedeljno. Grupa bez treninga snage izgubila je prosečno 4,6 kg nemasne mase, dok u grupi koja je trenirala nije zabeležen statistički značajan gubitak nemasne mase, iako je smanjenje masnog tkiva bilo slično u obe grupe. Očuvanje mišićne mase važno je zbog održavanja snage i funkcionalnosti, a mišićna masa je i jedan od glavnih činilaca koji određuju energetsku potrošnju u mirovanju. Uz trening snage, očuvanju mišića doprinosi i dovoljan unos proteina. Kada se unosi manje hrane, svaki zalogaj dobija na značaju, pa izbor namirnica mora obezbediti dovoljno proteina, vitamina i minerala kako energetska restrikcija ne bi bila praćena posledicama po zdravlje.

Često se može čuti da organizam tokom prvih tridesetak minuta aktivnosti troši šećer, a tek nakon toga počinje da sagoreva masti. Metabolizam nije organizovan tako naglim prelaskom sa jednog goriva na drugo. Mišići tokom aktivnosti istovremeno koriste ugljene hidrate i masti, ali se njihov **relativni doprinos** menja u zavisnosti od intenziteta i trajanja napora, fizičke pripremljenosti, prethodne ishrane i drugih faktora. Sa porastom intenziteta aktivnosti raste oslanjanje na glukozu i mišićni glikogen. Pri nižim intenzitetima masti mogu obezbeđivati veći procenat ukupno potrošene energije, dok se najveća apsolutna stopa njihove oksidacije, odnosno najveća količina oksidovane masti u jedinici vremena, obično dostiže pri umerenom intenzitetu. U ispitivanju koje je obuhvatilo 300 zdravih muškaraca i žena najveća stopa oksidacije masti u proseku je postignuta pri približno 48% maksimalne potrošnje kiseonika, ali su individualne razlike bile veoma velike.

To ipak ne znači da je trening manjeg intenziteta nužno bolji za smanjenje telesnog masnog tkiva. Pri intenzivnijem radu u jedinici vremena troši se više energije, iako veći deo neposredno potiče iz ugljenih hidrata. U eksperimentu u kojem je 16 odraslih osoba tokom različitih dana vežbalo nižim ili višim intenzitetom, ali je u oba slučaja tokom treninga potrošeno po 400 kcal, dvadesetčetvoročasovna oksidacija masti nije se statistički značajno razlikovala između dva režima. Ishrana ispitanika pritom je bila prilagođena održavanju energetske ravnoteže. Za dugoročno mršavljenje zato su važniji energetski bilans tokom dužeg perioda i redovna aktivnost nego procenat masti koji se oksiduje u pojedinom trenutku treninga.

Restrikcija energije i održavanje snižene telesne mase

Smanjenje energetskog unosa pokreće niz promena koje vremenom usporavaju gubitak telesne mase, pa on ne napreduje pravolinijski. Broj obroka tokom dana nema sposobnost da značajno ubrzava metabolizam kako se to ranije mislilo. Raspored jela može, međutim, imati praktičan značaj zato što nekim ljudima olakšava kontrolu ukupnog unosa. Ishrana ograničena na određeni deo dana ili tzv. **intermitentni post** može biti jedan od načina organizovanja restriktivne dijete, ali njegov efekat na telesnu masu u velikoj meri zavisi od toga da li dovodi do manjeg ukupnog energetskog unosa. U jednogodišnjem istraživanju koje je obuhvatilo 139 osoba sa gojaznošću, grupa koja je uz kalorijsku restrikciju jela samo između 8 i 16 časova izgubila je prosečno 8,0 kg, dok je grupa sa istom kalorijskom restrikcijom bez vremenskog ograničenja izgubila 6,3 kg, a razlika između grupa nije bila statistički značajna.

Vreme večernjeg obroka nije presudno, ali nije ni sasvim nevažno jer obrok pre spavanja može pogoršati regulaciju glukoze u krvi. Melatonin, čija koncentracija raste uveče, smanjuje lučenje insulina, zbog čega organizam tada može slabije da reguliše porast glukoze nakon obroka. U randomizovanom istraživanju sa 845 odraslih osoba ispitivani su efekti unosa iste količine glukoze u različito vreme. Kada su ispitanici uneli glukozu sat vremena pre uobičajenog odlaska na spavanje, insulinski odgovor bio je slabiji, a koncentracija glukoze u krvi tokom naredna dva sata viša nego kada su istu količinu uneli četiri sata pre spavanja. Ovi nalazi podržavaju preporuku da se večera, naročito ako je bogata ugljenim hidratima, završi nekoliko sati pre odlaska na spavanje.

Jedan od mehanizama koji otežavaju održavanje smanjene telesne mase jeste **adaptivna termogeneza**, odnosno smanjenje energetske potrošnje koje je veće od onoga što bi se moglo objasniti masom i sastavom tela. U istraživanju koje je obuhvatilo 91 osobu sa prosečnim BMI od približno 32 kg/m^2, osam nedelja veoma niskoenergetske dijete dovelo je do prosečnog gubitka od 9,6 kg. Nakon toga je sledilo 44 nedelje održavanja. Potrošnja energije u mirovanju ostala je nešto niža od vrednosti predviđene na osnovu tadašnje količine masnog i nemasnog tkiva, a izraženija adaptacija bila je povezana sa većim prethodnim gubitkom mase.

Veličina i trajanje ovog efekta ipak nisu isti kod svih ljudi. U drugom istraživanju koje je obuhvatilo osobe sa gojaznošću, nakon prosečnog gubitka od oko 14 kg metabolička adaptacija iznosila je približno 92 kcal dnevno neposredno nakon dijete, smanjila se na oko 38 kcal nakon četiri nedelje stabilizacije telesne mase, a godinu dana kasnije više nije bila statistički uočljiva. Međutim, ekstreman primer pruža praćenje učesnika televizijskog takmičenja *The Biggest Loser*.

Četrnaest od prvobitnih šesnaest učesnika pregledano je šest godina nakon završetka programa. Na kraju takmičenja izgubili su prosečno 58,3 kg, ali su tokom narednih šest godina vratili prosečno oko 41 kg. Njihova potrošnja energije u mirovanju ostala je približno 500 kcal dnevno niža od vrednosti koja bi se očekivala na osnovu tadašnjeg sastava tela. Reč je, međutim, o izuzetno brzom i velikom gubitku telesne mase uz ekstreman režim fizičke aktivnosti, pa ovaj zaključak nije primenljiv na umerene programe mršavljenja.

Održavanje smanjene telesne mase zato predstavlja zasebnu fazu terapije, a ne period u kojem se osoba vraća prethodnom načinu života. Posle gubitka kilograma energetske potrebe su manje, apetit može ostati povećan, a kod dela ljudi prisutna je i metabolička adaptacija. Dugoročni rezultat u velikoj meri zavisi od toga da li se novi obrazac ishrane i fizičke aktivnosti može održavati nakon završetka aktivne faze mršavljenja. Zbog toga umeren, sporiji i funkcionalno održiv gubitak telesne mase koji obuhvata i uvođenje novih i promenu starih navika često ima veću praktičnu vrednost od spektakularnog brzog i neodrživog rezultata.

ENERGETSKI BILANS NA ODMORU

Putovanje privremeno menja brojne činioce energetskog bilansa, uključujući količinu i raspored obroka, izbor hrane, unos alkohola, svakodnevno kretanje i vreme provedeno u sedenju ili ležanju. Jedno od retkih prospektivnih istraživanja koje je pratilo telesnu masu tokom godišnjeg odmora obuhvatilo je 122 odrasle osobe koje su putovale između jedne i tri nedelje. Prosečno povećanje telesne mase tokom odmora iznosilo je 0,32 kg, a šest nedelja nakon povratka ukupna razlika u odnosu na početnu masu dostigla je 0,41 kg. Fizička aktivnost tokom odmora nije se smanjila, već se povećala, zbog čega su autori porast telesne mase povezali prvenstveno sa većim energetskim unosom, a ne sa smanjenom potrošnjom energije. Veće kretanje tokom putovanja, dakle, ne mora sprečiti dobijanje na telesnoj masi ako povećanje energetskog unosa nadmaši dodatnu potrošnju.

Jedno od mogućih objašnjenja pruža struktura turističke ponude hrane, naročito švedski sto, koji objedinjuje veliki izbor jela, različite ukuse i teksture i mogućnost ponovnog posluživanja. Uticaj raznovrsnosti na energetski unos pokazan je u eksperimentima različitog trajanja. U jednom istraživanju obrok sastavljen od četiri različita jela doveo je do približno 60% većeg energetskog unosa nego obrok u kojem je ista hrana služena u četiri uzastopne porcije. Sličan efekat zabeležen je i tokom sedmodnevnog eksperimenta u kojem su muškarci imali neograničen pristup hrani iste energetske gustine i gotovo istog nutritivnog sastava, ali su mogli da biraju između pet, deset ili petnaest senzorno različitih

namirnica. Sa povećanjem izbora prosečan dnevni unos rastao je sa 10,13 na 11,00 i 11,89 MJ, odnosno sa približno 2 420 na 2 630 i 2 840 kcal. Ovim nalazima pridružuje se novija studija u kojoj je 50 odraslih osoba biralo obrok sa virtuelnog švedskog stola sa 9, 18 ili 27 različitih namirnica. U odnosu na najmanju ponudu, energetska vrednost odabranog obroka bila je veća za 422 kcal pri srednjoj i za 649 kcal pri najvećoj raznovrsnosti, uz naročito izražen porast izbora energetski guste hrane. Dok su prethodna istraživanja merila stvarni unos, ova simulacija pokazala je da širina ponude može uticati već na odluku o količini i sastavu hrane koju osoba namerava da pojede.

Jedan od mehanizama kojima raznovrsnost podstiče unos jeste **senzorno specifična sitost**. Tokom obroka postepeno opada prijatnost ukusa hrane koju osoba jede, dok namirnice drugačijih senzornih osobina mogu zadržati privlačnost. Zato gubitak želje za nastavkom glavnog jela ne mora biti praćen gubitkom interesovanja za sir, voće ili desert. Za ponovno podsticanje unosa nije uvek potrebno ponuditi sasvim drugo jelo, što pokazuje eksperiment sa 21 ispitanikom u kojem su ukus postojeće hrane menjali sosovi i prelivi. Kada su pomfrit i kolač služeni bez dodataka, prosečan unos iznosio je oko 1 195 kcal, dok je u dve varijante obroka sa uvođenjem novih sosova i preliva dostigao približno 1 485, odnosno 1 682 kcal. Novi ukus je, dakle, mogao delimično obnoviti privlačnost hrane za koju je interesovanje već počelo da opada. U turističkom okruženju takvom produžavanju obroka može doprineti i želja da se isprobaju različita lokalna jela i nepoznate kombinacije ukusa.

Pored raznovrsnosti, na energetski unos utiče i **veličina porcije**. U četvorodnevnom eksperimentu 43 odrasle osobe dobijale su istu hranu u standardnim ili većim porcijama. Veće porcije povećale su energetski unos muškaraca za oko 17%, a žena za oko 10%, bez odgovarajućeg smanjenja unosa tokom narednih dana. Bogat hotelski bife može objediniti oba uticaja, jer omogućava i često menjanje ukusa i uzimanje obilnih porcija, čime olakšava unos energije iznad stvarnih potreba.

Drugačiji ishod zabeležen je u namenski organizovanom programu zdravstvenog turizma na Okinavi, u kojem je 36 odraslih osoba provelo sedam dana uz kontrolisanu ishranu i intenzivan program svakodnevnog kretanja. Učesnici su tri puta dnevno po jedan sat lagano trčali, a program je obuhvatao i hodanje tokom razgledanja, plivanje, ronjenje sa maskom i vožnju kajakom. Prosečan dnevni energetski deficit iznosio je oko 2 494 kcal, dok se telesna masa za nedelju dana smanjila za približno 3,5%, pri čemu je, prema nalazima istraživanja, najveći deo izgubljene mase poticao iz masnog tkiva. Takav rezultat ostvaren je u kontrolisanom programu mršavljenja sa veoma velikim obimom fizičke aktivnosti, pa ga treba razlikovati od promena koje nastaju tokom uobičajenog turističkog boravka.

1.6. ALKOHOL, KAFA I NIKOTIN

ALKOHOL IZMEĐU GASTRONOMSKOG UŽIVANJA I RIZIKA PO ZDRAVLJE

Jedna od šaljivih varijanti Marfijevog zakona kaže da sve što prija u životu ili goji, ili je kažnjivo, nemoralno ili štetno po zdravlje. U kojoj meri se ova dosetka može primeniti na vino i druga alkoholna pića nije sasvim jednostavno pitanje. Alkohol vekovima ima važno mesto u gastronomiji, društvenim običajima i turističkom doživljaju, a vino je dugo uživalo i reputaciju pića koje u malim količinama može doprineti zdravlju. Savremena istraživanja, međutim, pružaju drugačiji uvid. Budući ugostitelj treba da poznaje poreklo, ukus, temperaturu serviranja i slaganje pića sa hranom, ali takođe da razume i koliko alkohola gost dobija u jednoj čaši, kako se alkohol ponaša u organizmu, zašto ista količina ne deluje jednako na sve ljude i kada gastronomsko uživanje postaje problem za zdravlje i bezbednost.

Prema podacima Svetske zdravstvene organizacije, prosečna potrošnja alkohola u SZO evropskom regionu 2019. godine iznosila **je 9,2 litra čistog alkohola po stanovniku starijem od 15 godina**, što je predstavljalo najviši regionalni prosek u svetu. Alkoholu je iste godine u ovom regionu pripisano gotovo **800 000 smrti**. Ovakvi podaci ne govore da će svako ko povremeno popije čašu vina pretrpeti zdravstvenu štetu, ali pokazuju zašto alkohol ne može biti posmatran samo kao gastronomski proizvod.

Ne postoji jedinstvena međunarodna količina alkoholnog pića koja se svuda smatra standardnom merom. U evropskim zemljama jedno piće se obično odnosi na približno 10-12 g čistog etanola, dok američki standard iznosi 14 g. Za praktičnu procenu može se imati u vidu da 150 ml vina sa 12% alkohola sadrži približno 14 g etanola, 330 ml piva sa 5% približno 13 g, a 40 ml žestokog pića sa 40% alkohola oko 13 g.

Dugo su se u pojedinim, naročito američkim smernicama, za umeren unos navodile granice od približno jednog alkoholnog pića dnevno za žene i dva za muškarce. Međutim, te vrednosti treba razumeti kao granice kojima se nastojao smanjiti rizik, a ne kao količinu koja je korisna, preporučljiva za zdravlje ili kao prag ispod kojeg šteta nije moguća.

ŠTA SE DEŠAVA SA ALKOHOLOM U ORGANIZMU?

Nakon unošenja alkoholnog pića, etanol se apsorbuje iz želuca i, još intenzivnije, iz tankog creva, ulazi u krv i raspoređuje kroz vodenu komponentu organizma. Hrana usporava apsorpciju, pa ista količina alkohola popijena uz obrok obično dovodi do sporijeg i nižeg porasta koncentracije alkohola u krvi nego kada se pije na prazan stomak. Hrana, međutim, ne poništava dejstvo alkohola niti ubrzava njegovo uklanjanje iz organizma.

Najveći deo etanola metaboliše se u **jetri**. Enzim alkohol-dehidrogenaza, ADH, pretvara etanol u acetaldehid, reaktivno i toksično jedinjenje, koje aldehid-dehidrogenaza, ALDH, zatim pretvara u manje toksični acetat. Acetaldehid je posebno značajan jer oštećuje ćelije i DNK. Takvo oštećenje predstavlja jedan od ključnih mehanizama kojima unos alkoholnih pića povećava rizik od raka.

Ista količina pića neće kod svih ljudi dovesti do iste koncentracije alkohola u krvi. Na nju utiču telesna građa i količina vode u organizmu, **pol, brzina ispijanja, prisustvo hrane**, kao i individualne razlike u metabolizmu, usled genetskih razlika. Istovremeno, **umor, zdravstveno stanje i upotreba pojedinih lekova** mogu pojačati posledice alkohola i povećati rizik i pri koncentraciji u krvi pri kojoj akutnih posledica ne bi bilo. Žene, u proseku, imaju manji udeo telesne vode od muškaraca slične telesne mase, pa se ista količina alkohola raspoređuje u manjoj zapremini i može dovesti do više koncentracije alkohola u krvi.

Genetika takođe može biti veoma značajna. Varijante gena za ADH i ALDH menjaju brzinu stvaranja i uklanjanja acetaldehida. Kod velikog dela ljudi istočnoazijskog porekla smanjena je aktivnost enzima ALDH2, zbog čega se nakon unošenja alkohola acetaldehid nagomilava i mogu se pojaviti crvenilo lica, osećaj toplote, mučnina i ubrzan rad srca. Ova reakcija nije obična slaba tolerancija, niti alergija na alkohol, a produžena izloženost acetaldehidu povezana je i sa većim rizikom od pojedinih karcinoma kod osoba koje uprkos tome piju alkohol.

Uzrast takođe menja osetljivost na alkohol. Razvoj mozga nastavlja se tokom adolescencije i ranog odraslog doba, zbog čega je intenzivan i redovan unos alkohola u ovom periodu povezan sa nepovoljnim efektima na pamćenje i učenje, kao i na moždane funkcije uključene u planiranje, kontrolu impulsa i donošenje odluka.

ALKOHOLOM IZAZVAN *BLACKOUT*

Jedna od posledica intenzivnog unosa alkohola jeste alkoholom izazvan *blackout*, odnosno period amnezije tokom intoksikacije. Tokom alkoholnog *blackout*-a osoba ne mora biti bez svesti, može razgovarati, hodati, naručivati piće i učestvovati u događajima, ali privremeno nije u stanju da formira nova dugoročna sećanja. Alkohol pri visokim koncentracijama remeti funkciju hipokampusa, strukture koja ima ključnu ulogu u formiranju novih sećanja.

Verovatnoća *blackout*-a naročito raste kada koncentracija alkohola u krvi brzo raste, što se događa kada se veće količine popiju u kratkom vremenu, posebno na prazan stomak. Rizik od poremećaja pamćenja i teške intoksikacije može dodatno porasti kada se alkohol kombinuje sa pojedinim sedativnim lekovima. Osoba u *blackout*-u nije samo izložena gubitku pamćenja, već su joj istovremeno oslabljeni procena rizika, kontrola impulsa, pažnja i sposobnost donošenja odluka.

Važno je istaći razliku između *blackout*-a i gubitka svesti zbog alkoholne intoksikacije. Osoba koja se ne može probuditi, povraća uz poremećenu svest, diše veoma sporo ili nepravilno ili pokazuje druge znake teške intoksikacije ne sme biti ostavljena bez pomoći, jer takvo stanje zahteva hitnu lekarsku procenu. Kafa, hladan tuš ili šetnja mogu učiniti da osoba deluje budnije, ali ne ubrzavaju metabolizam etanola da bi je učinili treznom.

Budući da alkohol smanjuje koordinaciju, produžava vreme reakcije, slabi rasuđivanje i povećava sklonost rizičnom ponašanju, njegovi efekti se lako mogu pretvoriti u povrede u okruženju koje uključuje vožnju, bazene, more, brodove, visoke terase, stepeništa, skijališta ili noćne izlaske. Prema proceni SZO za evropski region, alkoholu je 2019. godine pripisano gotovo **145 000 smrti** usled povreda, odnosno približno **31% svih smrti od povreda i nasilja**. Među važnim uzrocima bili su samopovređivanje, saobraćajne povrede i padovi. Ovi podaci daju dodatno značenje pojmu „odgovorno posluživanje". Uloga ugostitelja nije da procenjuje zdravstveno stanje gosta, ali osoblje koje služi alkohol trebalo bi da prepozna očiglednu intoksikaciju, ne podstiče dalje brzo ispijanje velikih količina alkohola i pozove pomoć kada je to potrebno.

DA LI MALA KOLIČINA ALKOHOLA ŠTITI SRCE I DOPRINOSI DUGOVEČNOSTI?

Decenijama je važila ideja da mala ili umerena količina alkohola, naročito vina, može smanjiti rizik od kardiovaskularnih bolesti. Veliku ulogu u njenoj popularizaciji imao je takozvani francuski paradoks. Naime, početkom devedesetih pažnju je privuklo zapažanje da je u Francuskoj, uprkos relativno velikom unosu zasićenih masti, zabeležena niža smrtnost od koronarne bolesti nego što bi se očekivalo, a jedan od ponuđenih razloga bio je i redovan unos vina uz obroke. Ova hipoteza je 1992. godine predstavljena u časopisu *The Lancet*, nakon čega je slogan „čaša crvenog vina za srce" postao deo popularne kulture.

Međutim, velika meta-analiza objavljena 2023. godine u *JAMA Network Open*, koja je obuhvatila 107 kohortnih studija sa više od 4,8 miliona ljudi, nije utvrdila statistički značajno smanjenje ukupnog rizika od smrti kod osoba koje su unosile manje od 25 g etanola dnevno. Jedan od razloga ranije pogrešno utvrđenog zaštitnog efekta alkohola može biti to što su u grupu ispitanika koji ne koriste alkohol svrstavani i bivši konzumenti koji su prestali da piju zbog bolesti, čime su apstinenti izgledali bolesnije nego što zaista jesu. Američko udruženje za srce zato danas izričito navodi da nije dokazana uzročno-posledična veza između unosa crvenog vina i boljeg zdravlja srca i ne preporučuje upotrebu vina radi zdravstvene koristi.

Međutim, crveno vino se od drugih alkoholnih pića zaista razlikuje po velikom broju biljnih jedinjenja koja prelaze iz pokožice i semenki grožđa tokom proizvodnje. Među njima su flavanoli, flavonoli, antocijani i stilbeni, među kojima je najpoznatiji **resveratrol**. Ova jedinjenja imaju antioksidativna i druga biološka dejstva i predstavljaju predmet velikog broja istraživanja. Jedan naučni pregled iz 2020. godine u kojem su upoređivani efekti crvenog vina i soka od grožđa pokazuje da su oba proizvoda bila povezana sa povoljnim promenama pojedinih kardiometaboličkih pokazatelja, uključujući glikemiju, ukupni i LDL holesterol, trigliceride, krvni pritisak i oksidaciju lipida. Dakle, ovo istraživanje vodi do zaključka da grožđe ne mora biti fermentisano da bi se u organizmu iskoristili polifenoli.

S druge strane, Međunarodna agencija za istraživanje raka (IARC) još je 1988. godine unos alkoholnih pića svrstala u **grupu 1 kancerogenih agenasa**, dok su kasnijim procenama u istu grupu svrstani etanol u alkoholnim pićima i acetaldehid koji nastaje preradom etanola u telu. Grupa 1 znači da postoje jasni i pouzdani dokazi da određeni agens ili izloženost mogu izazvati rak kod ljudi, ali ne govori koliko je taj rizik veliki. U istoj grupi nalaze se, na primer, upotreba cigareta, azbest, ultraljubičasto zračenje i unos prerađenog mesa, ali to nikako ne znači da svi ovi faktori nose jednak rizik. Alkoholna pića dokazano povećavaju rizik od najmanje sedam vrsta raka: raka usne duplje, ždrela, grkljana, jednjaka, jetre, kolorektalnog karcinoma i raka dojke kod žena.

Rizik nije jednak pri jednoj čaši mesečno i pri nekoliko pića svakog dana, već raste sa količinom. Svetska zdravstvena organizacija danas tvrdi da za rak **ne postoji poznata bezbedna količina alkohola** i naglašava princip što manje, to bezbednije. Nalazi SZO posebno ukazuju da je, prema njegovim regionalnim procenama, približno polovina karcinoma pripisanih alkoholu registrovana kod osoba svrstanih u kategorije lakog i umerenog unosa alkohola, što je posebno važno kod raka dojke.

Na prvi pogled tome protivreče neka istraživanja zdravstvenih efekata vina. Meta-analiza iz 2019, koja je uključila 17 opservacionih studija i 12 110 slučajeva kolorektalnog karcinoma, nije našla povećan rizik kod osoba koje su pile vino u odnosu na apstinente. Meta-analiza iz 2018. na više od 611 000 ispitanika nije našla efekat umerenog unosa vina u celini na rak prostate, ali je u podanalizi belo vino bilo povezano sa 26% većim rizikom. Dakle, možda postoje izvesne prednosti odabira crvenog vina u odnosu na druga alkoholna pića, ali to ne poništava mnogo širi skup dokaza na osnovu kojih je alkohol ustanovljen kao uzrok određenih karcinoma. Rak prostate, uzgred, nije među sedam lokalizacija za koje je IARC utvrdio takvu uzročnu vezu.

Sistematski pregled 26 istraživanja o izboru alkoholnog pića i životnom stilu pokazao je da su osobe koje su preferirale vino u proseku imale zdraviji obrazac ishrane i druge povoljnije životne navike. Češće su birale voće, povrće, ribu, salate i druge elemente kvalitetnije ishrane i u pojedinim istraživanjima bile fizički aktivnije i imale **viši socioekonomski status**.

To je veoma važna metodološka pouka. Ako osoba koja uz ručak popije malu čašu vina istovremeno jede mediteransku hranu, ne puši, fizički je aktivna, ima bolji pristup zdravstvenoj zaštiti i pije gotovo isključivo uz obrok, teško je iz opservacione studije izdvojiti koliko zdravstvenog ishoda pripada vinu, a koliko čitavom životnom obrascu.

U toj raspravi treba imati u vidu i potencijalne sukobe interesa jer alkoholna industrija učestvuje u finansiranju nauke, pa tako na primer jedna studija je identifikovala 13 481 naučni zapis u periodu 1918-2019. u kojem se pojavila deklarisana podrška ili autorstvo kompanije povezane sa alkoholnom industrijom, a oko 27% tih radova pripadalo je zdravstvenoj oblasti. To pokazuje da izvor finansiranja treba uzimati u obzir pri kritičkom čitanju studija.

Alkohol obezbeđuje i značajnu količinu **energije**. Jedan gram etanola oslobađa približno 7 kcal, više od grama ugljenih hidrata ili proteina, koji daju oko 4 kcal, a manje od masti sa približno 9 kcal. To znači da čaša od 150 ml vina sa 12% alkohola sadrži oko 100 kcal samo iz etanola, pre nego što se uračunaju šećeri i druge energetske materije. Kod likera, slatkih vina i koktela ukupna energetska vrednost može biti znatno veća.

Na kraju, pivo, vino i druga alkoholna pića mogu sadržati manje količine vitamina, minerala ili biljnih bioaktivnih jedinjenja, ali ih zbog toga ne treba predstavljati kao značajan izvor hranljivih materija. Na primer, pivo sadrži nešto vitamina grupe B, ali bi količina potrebna da se samo iz piva zadovolji dnevna potreba za pojedinim vitaminima podrazumevala više litara pića i zdravstveno neprihvatljivu količinu alkohola.

ALKOHOL TOKOM PRAZNIKA I SINDROM PRAZNIČNOG SRCA

Praznici zaslužuju posebnu pažnju jer se tada veći unos alkohola često udružuje sa obilnim i slanim obrocima, manjkom sna i neredovnim uzimanjem propisanih lekova. Takva kombinacija dodatno opterećuje srce, pa posledice nisu uvek ograničene na mamurluk. Izraz *holiday heart syndrome*, odnosno „sindrom praznicnog srca", uveden je 1978. godine za poremećaje srčanog ritma povezane sa prekomernim unosom alkohola. Najčešće se odnosi na atrijalnu fibrilaciju, poremećaj pri kojem pretkomore, umesto da se pravilno i usklađeno stežu, trepere usled haotičnih električnih signala. Srce tada kuca nepravilno i često ubrzano. Ovaj poremećaj može se javiti i kod osoba bez prethodno dijagnostikovane bolesti srca, posle samo jedne epizode opijanja.

Koliko brzo alkohol može delovati pokazalo je istraživanje iz 2021. godine, u kojem je 100 osoba sa povremenim epizodama atrijalne fibrilacije tokom četiri nedelje nosilo uređaje za praćenje srčanog ritma i izloženosti alkoholu. Unos jednog alkoholnog pića u prethodna četiri sata bio je povezan sa približno **dvostruko većim izgledima za pojavu aritmije, a unos dva ili više pića sa oko 3,6 puta većim izgledima**. Kod osoba koje već imaju ovaj poremećaj, dakle, okidač ne mora biti veliko pijanstvo.

Takođe, ovaj problem nije ograničen na starije osobe i hronične bolesnike. U studiji objavljenoj 2024. godine, analizirani su podaci za 193 mlade osobe, prosečne starosti oko 30 godina, kojima je srčani ritam praćen tokom 48 sati, uključujući period prekomernog unosa alkohola i oporavka. Kod deset učesnika, odnosno približno **5%**, zabeleženi su klinički značajni poremećaji ritma. Oni su se uglavnom pojavljivali tokom oporavka, što znači da završetak slavlja nije nužno i završetak perioda rizika.

Alkohol utiče na nervne mehanizme koji regulišu rad srca, ubrzava puls i menja način na koji srčane ćelije stvaraju i prenose električne signale. Posle svakog signala ćelijama je potreban kratak predah pre nego što mogu ponovo da reaguju. U kontrolisanom eksperimentu pokazano je da alkohol skraćuje taj predah u području gde plućne vene ulaze u levu pretkomoru. Time se olakšava nastanak brzih, nepravilnih signala koji mogu poremetiti normalan srčani ritam.

Dehidracija i gubitak elektrolita, naročito pri povraćanju, mogu dodatno pogodovati aritmijama. Atrijalna fibrilacija nije samo neprijatan osećaj lupanja srca. Zbog neefikasnog pražnjenja pretkomora krv se u njima može zadržavati, što pogoduje nastanku ugrušaka koji mogu dospeti do krvnih sudova mozga i izazvati moždani udar.

Na prazničnoj trpezi alkohol često prati mnogo soli iz suhomesnatih proizvoda, sireva, zimnice i grickalica. Višak natrijuma podstiče zadržavanje vode i može povisiti **krvni pritisak**, a kod osoba sa srčanom insuficijencijom pogoršati otoke i inače otežano disanje. Srce tada mora da savlada dodatno opterećenje, a posebno je nepovoljno ako se uz takvu ishranu preskaču propisani lekovi.

Praznični period povezan je i sa povećanjem broja ozbiljnih srčanih događaja. Švedska analiza 283 014 slučajeva infarkta pokazala je da je 24. decembra učestalost infarkta bila približno **37% veća** nego u kontrolnim periodima, sa izraženim vrhuncem oko 22 časa. Američka analiza približno 53 miliona potvrda o smrti za period od 1973. do 2001. godine utvrdila je da je tokom božićnih i novogodišnjih praznika broj smrti od srčanih bolesti bio oko **4,65% veći od očekivanog** u grupi osoba koje su umrle pre dolaska u bolnicu, u hitnoj službi ili tokom ambulantnog lečenja. Taj porast ne može se pripisati samo alkoholu, jer praznici istovremeno menjaju ishranu, san, emocionalno opterećenje, pa čak i spremnost da se odmah potraži pomoć. U tom smislu, praznici su naročito loš trenutak jer će mnogi ljudi koji osete stezanje u grudima doneti pogrešnu odluku da sa lekarskim pregledom sačekaju „dok sve prođe".

KAFA KAO GASTRONOMSKI FENOMEN I NJENI EFEKTI NA ZDRAVLJE

Kafa se priprema od prženog i samlevenog semena ploda biljaka roda *Coffea*, koje se u svakodnevnom govoru naziva zrno kafe. Karakteristična aroma kafe potiče od složene smeše isparljivih jedinjenja, među kojima su furani, pirazini, aldehidi, ketoni i druga jedinjenja koja se velikim delom stvaraju tokom prženja. Sam napitak bez dodataka ima malu energetsku i nutritivnu vrednost, te sadrži izvesne količine kalijuma, magnezijuma i drugih minerala, ali njegov fiziološki značaj pre svega proizlazi iz sadržaja **kofeina, hlorogenskih kiselina i drugih biološki aktivnih jedinjenja**.

Globalni značaj kafe daleko prevazilazi svojstva samog napitka. Međunarodna organizacija za kafu procenjuje da od proizvodnje kafe prihod ostvaruje približno 12,5 miliona poljoprivrednih porodica. Brazil je i dalje najveći svetski proizvođač kafe sa 38% ukupne svetske proizvodnje u sezoni 2024/2025, dok se za sezonu 2025/2026. očekivala proizvodnja od oko 65 miliona džakova od po 60 kg. Razmere prerade i potrošnje vide se i u Evropskoj uniji, u kojoj je 2023. godine proizvedeno više od 2,3 miliona tona pržene kafe i kafe bez kofeina, u vrednosti od blizu 13 milijardi evra. Ta količina odgovara približno pet kilograma po stanovniku Unije, mada ovaj pokazatelj opisuje proizvodnju, a ne prosečnu potrošnju po stanovniku.

Uz otkriće kafe vezuje se poznata legenda o etiopskom pastiru Kaldiju, koji je navodno primetio da njegove koze postaju neobično živahne nakon što pojedu crvene plodove određenog grma. Prema kasnijoj verziji priče, monasi su od tih plodova pripremili napitak koji im je pomagao da ostanu budni tokom noćnih molitvi. Iako ova priča ima kulturnu vrednost, ona se ne zasniva na dokumentovanom istorijskom događaju, a pouzdaniji istorijski tragovi vode ka Jemenu u XV veku, gde su pripadnici sufijskih zajednica koristili kafu da bi održali budnost tokom noćnih obreda, odakle se upotreba napitka proširila prema Meki, Kairu, Damasku i gradovima Osmanskog carstva. Jemenska luka Moka bila je dugo jedno od glavnih čvorišta trgovine kafom, pa je njen naziv kasnije postao oznaka za određeno poreklo i ukus kafe, a danas i za napitke u kojima se kafa kombinuje sa čokoladom.

Iako se naziv napitka često povezuje sa etiopskom oblašću Kafa, verovatnije je da naziv potiče od arapske reči *qahwa* i kasnije, osmanskoturske reči *kahve*.

Kafa je vrlo rano postala više od sredstva za održavanje budnosti. Kafane i kafeterije razvile su se kao mesta razgovora, razmene vesti, sklapanja poslova, čitanja i društvenog okupljanja. UNESCO je 2013. godine **kulturu i tradiciju turske kafe** uvrstio na Reprezentativnu listu nematerijalnog kulturnog nasleđa

čovečanstva, naglašavajući njenu ulogu u gostoprimstvu, prijateljstvu, porodičnim obredima i svakodnevnoj društvenoj komunikaciji. Kafa se tradicionalno služi u malim šoljama, uz čašu vode, a sam poziv na kafu predstavlja društveni čin i priliku za razgovor.

Upotreba kafe je oblikovala i turističku destinaciju u Kolumbiji, upisanu na Listu svetske baštine 2011. godine, koja obuhvata šest poljoprivrednih područja i osamnaest urbanih naselja u Andima. Njenu vrednost ne čine samo plantaže, već i višegeneracijska mala porodična proizvodnja, arhitektura naselja, način obrade strmih planinskih površina i identitet lokalnih zajednica.

Arabika i robusta

Najveći deo svetske komercijalne proizvodnje čine dve vrste. To su *Coffea arabica*, poznata kao **arabika**, i *Coffea canephora*, čiji je komercijalni naziv **robusta**. U poslednjih dvanaest meseci zaključno sa julom 2026. godine arabika je činila približno 57%, a robusta oko 43% ukupnog svetskog izvoza ove dve grupe.

Arabika se uglavnom uzgaja na većim nadmorskim visinama i često daje složeniji, aromatičniji i kiseliji senzorski profil. Robusta bolje podnosi više temperature, lakše se gaji u nižim predelima, otpornija je na deo bolesti i štetočina i uglavnom ima punije zrno, izraženiju gorčinu i viši sadržaj kofeina. U jednoj analizi zelenih zrna prosečan sadržaj kofeina iznosio je oko 1,8% u arabici i 2,9% u robusti. Iako se često opisuje kao kafa nižeg kvaliteta, robusta je važna za instant kafu i espreso mešavine, a kvalitet konačnog proizvoda zavisi od sorte, porekla, berbe, obrade, prženja i pripreme.

Tokom prženja zelenog zrna kafe nastaju brojne mirisne materije, dok se deo hlorogenskih kiselina postepeno razgrađuje. Svetlije i srednje pržene kafe zato obično zadržavaju više ovih polifenola nego veoma tamno pržene, a stepen prženja menja kiselost, gorčinu, boju i aromu napitka.

Kofein i način pripreme

Kofein je alkaloid[67] koji se, osim u kafi, nalazi i u crnom i zelenom čaju, kakau i čokoladi, kola i energetskim napicima, pojedinim lekovima i suplementima. U većini evropskih istraživanja kafa predstavlja glavni izvor kofeina kod odraslih i obezbeđuje između 40% i 94% ukupnog unosa.

Količina kofeina u šoljici ne može se pouzdano odrediti samo prema vrsti napitka, već zavisi od vrste kafe, količine samlevenih zrna, finoće mlevenja, temperature, pritiska, trajanja ekstrakcije i veličine porcije. Prema orijentacionim vrednostima EFSA, espreso od 60 mL sadrži približno 80 mg kofeina, dok šolja

67 *Alkaloidi su azotna organska jedinjenja koja biljke stvaraju kao deo sopstvenog metabolizma. Mnogi alkaloidi imaju izraženo fiziološko dejstvo na ljude i životinje, a među poznatim predstavnicima nalaze se kofein, nikotin, morfin i kinin.*

filter kafe od 200 mL sadrži oko 90 mg. Espreso je, dakle, koncentrisaniji po mililitru, ali zbog manje zapremine ne mora sadržati više ukupnog kofeina od velike filter kafe.

Kofein povećava **budnost** prvenstveno tako što zauzima receptore za adenozin, signalnu materiju koja se tokom budnog dela dana postepeno nakuplja i doprinosi osećaju pospanosti. Time se adenozin ne uklanja niti se nadoknađuje san, već se njegov signal privremeno ublažava. Jedna meta-analiza na ukupno 1 455 zdravih odraslih osoba pokazala je da kofein kratkoročno poboljšava brzinu reakcije i tačnost odgovora na testovima pažnje. Efekat se povećavao sa dozom samo do određene mere. Pri veoma velikim dozama brzina reakcije mogla je i dalje da raste, dok je tačnost počinjala da opada, uz izraženiju nervozu i napetost.

Kofein može biti koristan tokom noćne vožnje, dugog čekanja, smenskog rada ili putovanja kod osoba koje uz to nedovoljno spavaju jer utiče na poboljšanje pažnje i brzinu obrade informacija, ali on ne nadoknađuje u potpunosti pad sposobnosti izazvan neispavanošću. Redovnom upotrebom razvija se delimična tolerancija, pa ista količina može vremenom imati slabiji subjektivni efekat. Nagli prekid kod redovnih korisnika može izazvati glavobolju, umor, pospanost, razdražljivost i teškoće sa koncentracijom. U pregledu eksperimentalnih istraživanja glavobolja je nakon prekida unosa zabeležena kod približno polovine ispitanika, dok je kod oko 13% došlo do tegoba koje su značajno ometale svakodnevno funkcionisanje.

Kofein unet kasno tokom dana može odložiti uspavljivanje, skratiti san i smanjiti njegovu dubinu. Meta-analiza kontrolisanih istraživanja pokazala je da je kofein u proseku skraćivao ukupno trajanje sna za oko 45 minuta, produžavao uspavljivanje i smanjivao trajanje dubokog sna. Na osnovu prikupljenih podataka autori su procenili da bi napitak sa približno 107 mg kofeina trebalo popiti najmanje 8,8 sati pre odlaska na počinak kako bi se izbeglo prosečno skraćenje sna. Individualne razlike su, međutim, velike.

Poluvreme eliminacije[68] kofeina kod odraslih najčešće iznosi **četiri do šest sati**. Na brzinu razgradnje utiču aktivnost enzima CYP1A2 u jetri, genetske osobine, trudnoća, lekovi i upotreba cigareta. U jednom farmakokinetičkom istraživanju poluvreme eliminacije kofeina iznosilo je prosečno 6,2 sata kod žena koje nisu koristile oralne kontraceptive i 10,7 sati kod korisnica kontraceptiva. U poslednjimnedeljama trudnoće zabeleženo je produženje poluvremena eliminacije kofeina sa približno tri sata pre trudnoće na oko 10,5 sati. Zbog usporene razgradnje ista količina kofeina u trudnoći duže ostaje u organizmu i pri redovnom unosu lakše se nagomilava.

68 *Poluvreme eliminacije predstavlja vreme potrebno da se koncentracija neke supstance u organizmu smanji na polovinu početne vrednosti.*

Za zdrave odrasle osobe EFSA smatra da **pojedinačne doze do 200 mg i ukupan dnevni unos do 400 mg kofeina** iz svih izvora ne predstavljaju problem. To su gornje bezbednosne procene, a ne preporučene dnevne doze. Trudnicama i dojiljama savetuje se da ukupan unos kofeina iz kafe, čaja, čokolade, energetskih napitaka i drugih izvora ne prelazi 200 mg dnevno, a po mogućnosti ga treba svesti na minimum.

Kod osetljivih osoba kofein može izazvati napetost, nemir, tremor, lupanje srca i prolazno povećanje krvnog pritiska. Veličina reakcije zavisi od doze, navike, brzine metabolizma, prethodne neispavanosti i istovremenog unosa drugih stimulansa. Poseban oprez potreban je kada se kafa kombinuje sa energetskim napicima ili suplementima za povećanje energije i fizičke sposobnosti, jer se ukupna količina kofeina iz različitih izvora lako potceni.

Uticaj kafe na zdravlje

Kafa nije samo rastvor kofeina. Među njenim sastojcima nalaze se hlorogenske kiseline, grupa polifenolnih jedinjenja, kao i diterpeni[69] kafestol i kahveol, čiji sadržaj u napitku u velikoj meri zavisi od načina pripreme. Na primer, papirni filter zadržava najveći deo uljane frakcije i zato znatno smanjuje prolazak kafestola i kahveola, dok ih kuvana kafa, kafa pripremljena u francuskoj presi i drugi nedovoljno filtrirani napici zadržavaju u većoj količini. Diterpeni imaju niz bioloških dejstava, ali pri redovnom velikom unosu mogu **povećati koncentraciju ukupnog i LDL holesterola**.

Kafa može smanjiti i **apsorpciju nehem gvožđa**,[70] naročito kada se pije uz obrok ili preparat gvožđa. U jednom eksperimentu jedna šolja kafe smanjila je apsorpciju gvožđa iz unetog hamburgera za 39%, dok je u novijem ispitivanju žena sa nedostatkom gvožđa kafa smanjila preuzimanje gvožđa iz suplementa za 54%, a kombinacija kafe i doručka za 66%. Zbog toga osobama sa anemijom ili utvrđenim nedostatkom gvožđa ima smisla savetovati da kafu ne piju neposredno uz preparat gvožđa ili glavni obrok bogat ovim mineralom. Dodavanje mleka ne uklanja pouzdano inhibitorno dejstvo kafe na apsorpciju gvožđa.

Kada je reč o dugoročnom uticaju kafe na zdravlje, veliki broj epidemioloških istraživanja povezuje umeren unos kafe sa povoljnijim **dugoročnim zdravstvenim ishodima**. U velikom naučnom pregledu relativni rizik od ukupne smrtnosti bio je niži za oko 17%, kardiovaskularne smrtnosti za oko 19%, a kardiovaskularnih bolesti za oko 15% pri unosu od tri do četiri šolje dnevno u poređenju sa neunosom kafe. Uočena je i povezanost sa manjim rizikom od dijabetesa tipa 2, pojedinih bolesti jetre i nekih neuroloških stanja.

69 *Diterpeni su grupa jedinjenja iz uljane frakcije kafe.*

70 *Nehem gvožđe jeste oblik gvožđa koji se nalazi u biljnim namirnicama, obogaćenoj hrani i većini suplemenata. Njegova apsorpcija više zavisi od drugih sastojaka obroka nego apsorpcija hem gvožđa iz mesa.*

Ove rezultate ipak ne treba predstavljati kao dokaz da kafa sprečava ili leči navedene bolesti jer većina podataka potiče iz opservacionih istraživanja u kojima se osobe koje piju kafu mogu razlikovati od onih koje je ne piju prema ostalim faktorima koji utiču na zdravlje, na primer, prema ishrani, fizičkoj aktivnosti, upotrebi cigareta, zanimanju i kvalitetu sna. Pored toga, jedna šolja u istraživanju može označavati mali espreso, standardnu filter kafu ili mnogo veći napitak. Najsigurniji zaključak jeste da umeren unos kafe kod većine zdravih odraslih osoba ne povećava ukupan zdravstveni rizik, dok se u brojnim opservacionim istraživanjima povezuje sa manjim rizikom od navedenih bolesti i smrtnosti. Međutim, takva povezanost sama po sebi ne dokazuje da je kafa direktno izazvala povoljan ishod.

Dejstvo kafe zavisi od **individualne osetljivosti**. Posebnu pažnju treba da obrate trudnice, osobe sa izraženom anksioznošću, poremećajima sna, palpitacijama i nedostatkom gvožđa. Hipertenzija ili ranije preležan infarkt nisu sami po sebi razlog za univerzalnu zabranu kafe, ali osobe sa nedovoljno regulisanim krvnim pritiskom, izraženim poremećajima srčanog ritma ili neposredno nakon akutnog kardiovaskularnog događaja treba da količinu kofeina usklade sa savetom lekara. Kod gastritisa, gastroezofagealnog refluksa i sindroma iritabilnog creva tolerancija je individualna, pa unos treba smanjiti kada kafa pouzdano izaziva ili pogoršava tegobe, umesto da se svim obolelima unapred preporučuje njeno potpuno isključivanje.

Posebnu pažnju zaslužuje energetska vrednost napitaka koji se danas prodaju kao kafa jer je energetska vrednost obične crne kafe mala, dok mleko, pavlaka, šećer, aromatizovani sirupi, prelivi i šlag mogu napitak pretvoriti u **desert**. Na primer, standardni napitak od 473 mL sa kafom, mlekom, karamel-sirupom i šlagom u jednom velikom međunarodnom lancu sadrži oko 380 kcal i 54 g šećera, iako obezbeđuje približno istu količinu kofeina kao jedna standardna filter kafa.

Sa turističkog stanovišta najveća vrednost kafe nije samo u stimulativnom efektu. Plantaža, mala pržionica, tradicionalna kafana, gradski kafe ili hotelski ritual posluživanja mogu biti mesto i način upoznavanja lokalne istorije, rada, pejzaža i društvenih običaja. Istraživanja turizma kafe pokazuju da se zadovoljstvo i namera ponovne posete povećavaju kada iskustvo deluje autentično i kada turista učestvuje u procesu, umesto da bude samo pasivan kupac gotovog napitka.

NIKOTIN, ZAGREVANI DUVAN I ELEKTRONSKE CIGARETE

Upotreba cigareta povećava rizik od malignih bolesti, hroničnih oboljenja disajnih organa i bolesti srca i krvnih sudova. Veliki deo ovih posledica potiče od udisanja složene mešavine gasova i čestica koja nastaje sagorevanjem duvana. Razvoj proizvoda koji nikotin oslobađaju zagrevanjem duvana ili tečnosti usmeren je na smanjenje izloženosti tim produktima sagorevanja. Pri upotrebi ovih proizvoda korisnik udiše **aerosol**, odnosno oblak veoma sitnih kapljica i čestica raspršenih u vazduhu, koje prenose nikotin i druge supstance. I duvanski dim je vrsta aerosola, ali nastaje sagorevanjem, dok se kod ovih proizvoda aerosol stvara zagrevanjem duvana ili tečnosti bez sagorevanja. Promena načina stvaranja aerosola menja njegov hemijski sastav i profil rizika, ali ne smanjuje rizik od zavisnosti ili drugih štetnih efekata.

Nikotin je psihoaktivna supstanca koja deluje na nikotinske acetilholinske receptore i podstiče oslobađanje dopamina u sistemu za nagradu u mozgu. Ponavljanom upotrebom razvijaju se neurobiološka prilagođavanja zbog kojih korisnik oseća potrebu za novim dozama, a prekid unosa može biti praćen izraženom željom za nikotinom, razdražljivošću, nemirom, otežanom koncentracijom, poremećajima sna i povećanim apetitom. Osećaj smirenja nakon upotrebe kod zavisne osobe zato je ređe zadovoljstvo a češće predstavlja ublažavanje apstinencijalnih simptoma koji su se pojavili između dve doze.

Pored stvaranja **zavisnosti**, nikotin aktivira simpatički nervni sistem i može neposredno povećati frekvenciju srčanog rada i krvni pritisak. On održava zavisnost od proizvoda, dok brojna druga jedinjenja imaju važnu ulogu u oštećenju pluća, krvnih sudova i nastanku malignih bolesti. Posebnu osetljivost pokazuju adolescenti, kod kojih razvoj nervnog sistema još traje. Izlaganje nikotinu može nepovoljno uticati na procese povezane sa pažnjom, učenjem, raspoloženjem i kontrolom impulsa, a znaci zavisnosti mogu se pojaviti i pre uspostavljanja svakodnevne upotrebe. Nikotin je štetan i za razvoj ploda, zbog čega elektronske cigarete i proizvodi sa zagrevanim duvanom nisu bezbedne zamene za cigarete tokom trudnoće.

PROIZVODI ZA ZAGREVANJE DUVANA

Proizvodi za zagrevanje duvana, poput **sistema IQOS**, koriste posebno pripremljene duvanske uloške koji se zagrevaju umesto da sagorevaju. Niža temperatura u odnosu na sagorevanje cigarete smanjuje nastajanje mnogih štetnih jedinjenja, ali aerosol i dalje sadrži nikotin, karbonilna jedinjenja, uključujući formaldehid i acetaldehid, nitrozamine specifične za duvan[71] i druge toksične supstance. Smanjenje emisija nije jednako za sve sastojke, a pojedine štetne supstance mogu biti prisutne u sličnim ili većim količinama nego u dimu klasičnih cigareta. Sastav aerosola i količine emitovanih supstanci zavise od duvanskog uloška, konstrukcije uređaja i načina korišćenja.

Potpuni prelazak sa klasičnih cigareta na ispitane IQOS proizvode smanjuje izloženost mnogim štetnim hemikalijama, ali nije pouzdano utvrđeno da li i u kojoj meri smanjuje rizik od infarkta, karcinoma i hroničnih bolesti pluća. Američka Agencija za hranu i lekove dozvolila je zato da se određeni IQOS proizvodi reklamiraju uz tvrdnju o smanjenoj izloženosti štetnim supstancama pri potpunom prelasku sa cigareta, ali ne i uz tvrdnju o smanjenom riziku od bolesti ili tvrdnju o bezbednoj upotrebi.

Nepovoljni neposredni efekti na srce i krvne sudove zabeleženi su i nakon upotrebe zagrevanog duvana. U istraživanju sa 78 odraslih osoba, koje je obuhvatilo korisnike IQOS-a, zatim korisnike klasičnih cigareta i nepušače, srčana frekvencija nakon upotrebe IQOS-a porasla je prosečno za oko 11 otkucaja u minuti, a nakon upotrebe klasične cigarete za oko 13 otkucaja. U drugim kratkotrajnim ispitivanjima nakon upotrebe zagrevanog duvana zabeleženi su povećanje arterijske krutosti i povećana sklonost stvaranju trombocitnih ugrušaka. Zagrevanje umesto sagorevanja, dakle, ne uklanja neposredne nepovoljne efekte na kardiovaskularni sistem.

ELEKTRONSKE CIGARETE I HEMIJSKI SASTAV AEROSOLA

Elektronske cigarete, odnosno vejpovi, zagrevaju tečnost koja najčešće sadrži propilenglikol, glicerol, nikotin i supstance za aromatizovanje. Propilenglikol i glicerol čine osnovu tečnosti, služe kao nosači ostalih sastojaka i omogućavaju stvaranje aerosola. Vidljivi oblak sastoji se pretežno od sitnih kapljica koje prenose rastvorene supstance, pa ga ne treba poistovećivati sa vodenom parom.

Tokom zagrevanja nastaju i **štetni produkti termičke razgradnje** koje korisnik udiše zajedno sa sastojcima tečnosti. Razlaganjem propilenglikola i glicerola stvaraju se formaldehid, acetaldehid, akrolein i druga jedinjenja.

71 *Nitrozamini specifični za duvan su jedinjenja koja nastaju hemijskim promenama nikotina i drugih duvanskih alkaloida, naročito tokom sušenja i prerade duvana. Pojedini predstavnici ove grupe imaju dokazano kancerogeno dejstvo.*

Formaldehid je kancerogen, dok je akrolein snažan iritant koji oštećuje ćelije disajnih puteva. Njihovom nastajanju naročito pogoduje pregrevanje usled nedovoljnog dotoka tečnosti do grejača.

U aerosol prelaze i metali iz grejača i drugih delova uređaja, uključujući **nikl, hrom, olovo i kalaj**. Poseban problem predstavljaju supstance koje se dodaju u cilju postizanja arome, jer bezbednost njihovog unosa hranom ne potvrđuje bezbednost njihovog udisanja. Kako je pokazano u eksperimentalnim istraživanjima, pojedini sastojci aroma narušavaju funkciju ćelija disajnih puteva.

Mnoge savremene elektronske cigarete koriste nikotinske soli, koje blaže nadražuju grlo nego nikotin u obliku slobodne baze i omogućavaju upotrebu tečnosti sa visokim koncentracijama nikotina. Blag ukus i odsustvo izraženog pečenja u grlu zato mogu prikriti intenzivan unos nikotina.

Direktna poređenja sa cigaretama pokazuju da upotreba pojedinih elektronskih cigareta za svega nekoliko minuta dovodi do gotovo istih koncentracija nikotina u krvi kao klasična cigareta. U istraživanju sa 20 odraslih osoba koje su koristile oba proizvoda, petominutna upotreba uređaja sa tečnošću koja je sadržala 59 mg/mL nikotina upoređena je sa upotrebom jedne klasične cigarete. Prosečan maksimalni porast koncentracije nikotina u krvnoj plazmi iznosio je 20,4 ng/mL nakon upotrebe elektronskih cigareta i 19,2 ng/mL nakon klasične cigarete, bez statistički značajne razlike. Sličan nalaz zabeležen je i pri ispitivanju jednokratnih elektronskih cigareta sa nižom koncentracijom nikotina. U jednom istraživanju iz 2025. godine, koje je obuhvatilo 18 mladih odraslih osoba koje su povremeno koristile cigarete, pet minuta korišćenja dve varijante uređaja sa 20 mg/mL nikotina dovelo je do prosečnih maksimalnih koncentracija u plazmi od 6,9 i 7,1 ng/mL, naspram 8,1 ng/mL nakon jedne klasične cigarete. Razlike između elektronskih i klasičnih cigareta nisu bile statistički značajne, a početni porast koncentracije nikotina tokom prvog minuta bio je brži nakon upotrebe elektronskih cigareta. Prelazak sa klasične cigarete na elektronsku, dakle, ne podrazumeva smanjenje unosa nikotina, što je važno zbog razvoja i održavanja zavisnosti.

ZDRAVSTVENI EFEKTI UPOTREBE ELEKTRONSKIH CIGARETA

Disajni organi

Upotreba elektronskih cigareta povezana je sa nadražajem disajnih puteva, kašljem, pojačanim stvaranjem sluzi i otežanim disanjem. U prospektivnom istraživanju koje je obuhvatilo 21 618 odraslih osoba bez prethodno dijagnostikovanih respiratornih bolesti, kod korisnika elektronskih cigareta zabeležena je 31% veća učestalost novih dijagnoza oboljenja disajnih organa tokom praćenja. Među njima su bili astma, hronični bronhitis i hronična opstruktivna bolest pluća. Povezanost je ostala prisutna i nakon što je u analizi uzeta u obzir istorija upotrebe klasičnih cigareta.

Zapaljenske promene utvrđene su i neposrednom analizom uzoraka iz disajnih puteva. U istraživanju sa 44 učesnika, raspoređenih u grupe korisnika elektronskih cigareta, pušača i nepušača, kod korisnika elektronskih cigareta pronađeni su pokazatelji pojačane aktivnosti odbrambenih ćelija i povećana koncentracija jednog od glavnih sastojaka sluzi. U drugom istraživanju, analizom tečnosti dobijene ispiranjem pluća, zabeležena je povećana aktivnost enzima koji razgrađuju strukturne proteine plućnog tkiva. Njihova prekomerna aktivnost narušava ravnotežu između razgradnje i obnove tkiva i pogoduje nastanku trajnih oštećenja. U skladu sa tim, kod pojedinih dugogodišnjih korisnika opisane su i ožiljne promene malih disajnih puteva. U seriji od četiri pacijenta koji su elektronske cigarete koristili između tri i osam godina, a prethodno koristili klasične cigarete, biopsijom[72] je utvrđena fibroza, odnosno stvaranje ožiljnog tkiva oko bronhiola, najsitnijih disajnih puteva. Ove promene sužavaju njihov lumen i otežavaju prolazak vazduha. Kod pacijenata koji su prekinuli upotrebu elektronskih cigareta tokom naredne jedne do četiri godine zabeleženo je delimično poboljšanje, ali ne i potpuni oporavak.

Poseban oblik respiratornih posledica predstavljaju **teška akutna oštećenja pluća** povezana sa upotrebom elektronskih cigareta i srodnih inhalacionih proizvoda, označena skraćenicom EVALI. Epidemija u Sjedinjenim Državama 2019. godine bila je povezana sa punjenjima koja su sadržala THC, psihoaktivni sastojak kanabisa, naročito sa proizvodima iz sumnjivih izvora kojima je dodavan i acetat vitamina E. U uzorcima dobijenim ispiranjem pluća ovaj dodatak pronađen je kod 48 od 51 obolele osobe, ali ni kod jednog od 99 zdravih ispitanika. Njegovo prisustvo u plućima obolelih predstavljalo je važan nalaz u razjašnjavanju uzroka ove pojave.

72 Biopsija je postupak uzimanja uzorka tkiva radi mikroskopskog i drugih laboratorijskih ispitivanja.

Srce i krvni sudovi

Nikotin unet upotrebom elektronskih cigareta ubrzava srčani rad, povećava krvni pritisak i podstiče sužavanje krvnih sudova, čime rastu opterećenje srca i njegova potreba za kiseonikom, a utiče i na zgrušavanje krvi. U istraživanju koje je obuhvatilo 22 zdrave odrasle osobe, nakon 30 povlačenja aerosola zabeležena je povećana sklonost stvaranju ugrušaka u laboratorijski ispitanim uzorcima krvi, uz smanjenu sposobnost širenja malih krvnih sudova. Povećana sklonost zgrušavanju registrovana je 15 minuta nakon izlaganja, a približno sat vremena kasnije vratila se na početni nivo.

Kod redovnih korisnika utvrđeno je i narušavanje funkcije endotela, unutrašnjeg ćelijskog sloja krvnih sudova koji učestvuje u regulaciji njihovog širenja. U jednom istraživanju povećanje protoka krvi bilo je praćeno proširenjem arterije od prosečno 5,3% kod korisnika elektronskih cigareta, naspram 10,7% kod osoba koje nisu koristile ni elektronske ni klasične cigarete. Ovakav nalaz ukazuje na oslabljenu sposobnost krvnih sudova da prilagode prečnik povećanom protoku krvi, što povećava **rizik od hipertenzije**.

Uticaji ponovljenog izlaganja aerosolu na strukturu i električnu aktivnost srca ispitivani su i na životinjama. Kod pacova izlaganih aerosolu elektronskih cigareta tokom osam nedelja zabeleženi su slabljenje srčane funkcije, stvaranje ožiljnog tkiva u srčanom mišiću i povećan rizik od poremećaja srčanog ritma. Dakle, na eksperimentalnom modelu je pokazano da izlaganje aerosolu elektronskih cigareta može dovesti do promena u građi srčanog mišića i provođenju električnih impulsa kroz srce.

Nervni sistem i razvoj zavisnosti

Kod mladih korisnika povremena upotreba elektronskih cigareta može prerasti u svakodnevnu naviku, uz postepeno povećavanje izloženosti nikotinu. U jednogodišnjem istraživanju koje je pratilo 173 adolescenta koji su već koristili ove proizvode, više od 80% nastavilo je njihovu upotrebu do kraja praćenja. Udeo svakodnevnih korisnika povećao se sa 14,5% na 29,8%, uz izraženije simptome zavisnosti i porast izmerene izloženosti nikotinu. Kod dela adolescenata upotreba se, dakle, tokom samo jedne godine ustalila i postala intenzivnija.

Upotreba elektronskih cigareta povezana je i sa **promenama raspoloženja**. U istraživanju sa 2 460 adolescenata koji na početku nisu koristili ni elektronske ni klasične cigarete, izraženiji depresivni simptomi prethodili su češćem započinjanju njihove upotrebe. Istovremeno, kod adolescenata koji su tokom naredne godine kontinuirano koristili elektronske cigarete zabeležen je izraženiji porast depresivnih simptoma. Povezanost je bila dvosmerna, jer su emocionalne teškoće mogle prethoditi započinjanju upotrebe, dok je njeno nastavljanje bilo povezano sa daljim pogoršanjem raspoloženja.

Rana upotreba elektronskih cigareta predstavlja i tzv. „**ulaznu kapiju**" (*gateway*) za upotrebu klasičnih cigareta. U istraživanju sa 6 123 adolescenta (12-15 godina), oni koji su prvo počeli sa e-cigaretama imali su približno četvorostruko veće izglede da tokom praćenja probaju i klasične cigarete.

Imunski sistem

Izlaganje aerosolu elektronskih cigareta može istovremeno **podsticati zapaljenje i slabiti odbranu od mikroorganizama**. U eksperimentima sa ljudskim odbrambenim ćelijama utvrđeno je da sastojci aerosola usporavaju njihovo kretanje ka mestu infekcije i smanjuju sposobnost preuzimanja i uklanjanja bakterija. Pojačana zapaljenska aktivnost zato ne podrazumeva efikasniju zaštitu od infekcije, već može biti udružena sa oslabljenim uklanjanjem njenih uzročnika. Takođe treba napomenuti da zapaljenske promene nisu ograničene na disajne puteve.

Slabljenje lokalnog imunskog odgovora zabeleženo je i neposredno kod korisnika elektronskih cigareta. U istraživanju sa 49 odraslih osoba primenjena je nazalna vakcina koja sadrži oslabljeni virus gripa, nakon čega je praćen odgovor sluzokože nosa. Kod osoba koje nisu koristile ni elektronske ni klasične cigarete došlo je do očekivanog porasta lokalnih antitela usmerenih protiv virusa, dok kod korisnika elektronskih cigareta takav porast nije zabeležen. Istovremeno su utvrđene promene u aktivnosti gena i signalnih molekula uključenih u antivirusnu odbranu.

Ostali zdravstveni efekti

U usnoj duplji upotreba elektronskih cigareta povezana je sa **narušavanjem mikrobiološke ravnoteže** i odbrambene funkcije sluzokože. U istraživanju sa 119 učesnika kod korisnika ovih proizvoda utvrđena je veća zastupljenost pojedinih bakterija povezanih sa oboljenjima desni. U eksperimentalnom delu istog istraživanja ćelije oralnog epitela[73] izložene aerosolu pokazale su veću podložnost bakterijskoj infekciji i izraženiji zapaljenski odgovor.

Upotreba elektronskih cigareta **tokom trudnoće** povezana je sa nepovoljnim ishodima. U američkom istraživanju koje je obuhvatilo 79 176 žena posebno su analizirane ispitanice koje nisu koristile klasične cigarete. Među njima je upotreba elektronskih cigareta tokom poslednja tri meseca trudnoće bila povezana sa 88% većom učestalošću rađanja dece sa malom telesnom masom i 69% većom učestalošću prevremenog porođaja u odnosu na žene koje nisu koristile ove proizvode.[74]

73 *Oralni epitel je površinski sloj ćelija koji prekriva sluzokožu usne duplje i predstavlja zaštitnu barijeru prema spoljašnjoj sredini.*

74 *Mala porođajna masa podrazumevala je masu ispod 2 500 g, a prevremeni porođaj rođenje pre navršene 37. nedelje trudnoće.*

Ispitivana je i povezanost upotrebe elektronskih cigareta sa **poremećajima regulacije glukoze**. Analiza podataka 600 046 odraslih osoba iz američkog istraživanja zdravstvenih navika pokazala je da su korisnici elektronskih cigareta imali 22% veće izglede da prijave prethodno postavljenu dijagnozu predijabetesa nego osobe koje ih nikada nisu koristile. Predijabetes označava stanje u kojem je koncentracija glukoze u krvi povišena, ali još ne dostiže vrednosti karakteristične za dijabetes.

Visoke doze nikotina mogu izazvati akutno trovanje, praćeno mučninom, povraćanjem, vrtoglavicom i, u težim slučajevima, konvulzijama.[75] Poseban rizik predstavlja slučajno gutanje nikotinske tečnosti, naročito kod male dece.

Kad je u pitanju kombinovana ili dualna upotreba klasičnih i elektronskih cigareta treba istaći nekoliko činjenica. Prvo, klasična cigareta sagori za nekoliko minuta, nakon čega korisnik obično pravi pauzu, dok elektronska omogućava učestalo uzimanje nikotina tokom dana, uporedo sa drugim aktivnostima. Zato se kod **dualne upotrebe** može ustaliti obrazac u kojem se klasične cigarete koriste tamo gde je to dozvoljeno, a elektronske između tih prilika, ponekad i u prostorima u kojima je zabranjena i njihova upotreba. Elektronska cigareta u takvim okolnostima ne zamenjuje klasičnu, već postaje dodatni izvor nikotina tokom ranijih pauza, čime se povećava broj prilika za njegov unos. Veća ukupna izloženost kod korisnika oba proizvoda zabeležena je i u istraživanju sa 5 105 odraslih osoba, u kojem su analizom urina upravo u ovoj grupi utvrđene najviše vrednosti pokazatelja izloženosti nikotinu i brojnim toksičnim supstancama.

75 *Konvulzije su nagli, nevoljni mišićni grčevi koji mogu zahvatiti deo tela ili celo telo i mogu biti praćeni gubitkom svesti.*

1.7. RADIOFREKVENTNO ZRAČENJE I MOGUĆI ZDRAVSTVENI EFEKTI

Radiofrekventno (RF) zračenje predstavlja deo šireg elektromagnetnog spektra, odnosno oblik prenosa energije putem elektromagnetnih talasa koji se sastoje od međusobno povezanog električnog i magnetnog polja. Elektromagnetni spektar obuhvata veoma širok opseg frekvencija,[76] od ekstremno niskofrekventnih polja do gama zračenja, pri čemu se različiti delovi spektra razlikuju po energiji, talasnoj dužini i potencijalnim biološkim efektima. Radiofrekventno zračenje obuhvata frekvencije od približno 3 kHz do 300 GHz i danas predstavlja jednu od najrasprostranjenijih vrsta elektromagnetnog zračenja kojem je stanovništvo izloženo.

Sa biološkog stanovišta, elektromagnetno zračenje se najčešće deli na **jonizujuće i nejonizujuće**. Jonizujuće zračenje, koje obuhvata rendgenske i gama zrake, poseduje dovoljno energije da direktno prekida hemijske veze, izaziva oštećenja dezoksiribonukleinske kiseline (DNK) i pokreće procese koji mogu dovesti do mutacija i razvoja malignih bolesti. Nasuprot tome, radiofrekventno zračenje pripada nejonizujućem delu spektra i nema dovoljnu energiju da direktno jonizuje atome ili prekida hemijske veze u biološkim molekulima. Međutim, činjenica da RF zračenje nije jonizujuće ne znači automatski da je biološki potpuno inertno, što predstavlja osnovu dugogodišnje naučne debate o njegovim mogućim zdravstvenim efektima.

Unutar nejonizujućeg dela spektra razlikuju se ekstremno niskofrekventna elektromagnetna polja, koja se generišu u elektroenergetskim sistemima i električnim uređajima, i radiofrekventno zračenje koje se koristi za bežični prenos informacija. Najznačajniji izvori RF zračenja su mobilni telefoni, bazne stanice mobilne telefonije, *Wi-Fi* mreže, *Bluetooth* uređaji, radio i televizijski predajnici, radarski sistemi i brojni drugi bežični komunikacioni uređaji, a razvoj digitalnih komunikacija, mobilne telefonije i interneta doveo je do značajnog povećanja prosečne izloženosti stanovništva tokom poslednjih nekoliko decenija.

Biološki efekti radiofrekventnog zračenja tradicionalno se dele na **termičke i netermičke**. Termički efekti nastaju kada apsorbovana elektromagnetna energija dovede do zagrevanja tkiva. U takvim uslovima elektromagnetna energija se pretvara u toplotu usled interakcije sa jonima, elektronima i polarnim molekulima,[77] naročito molekulima vode. Posledica može biti povećanje temperature tkiva, promena aktivnosti temperaturno osetljivih proteina i aktivacija

76 *Frekvencija je broj oscilacija u jednoj sekundi i izražava se u hercima (Hz). Kiloherc (kHz) označava hiljadu, megaherc (MHz) milion, a gigaherc (GHz) milijardu oscilacija u sekundi.*

77 *Polarni molekuli su molekuli u kojima električno naelektrisanje nije ravnomerno raspoređeno, pa imaju delimično pozitivan i delimično negativan kraj. Primer je molekul vode.*

ćelijskih odgovora na stres. Ovi efekti su dobro dokumentovani i predstavljaju osnovu na kojoj su istorijski razvijeni gotovo svi regulatorni standardi zaštite od radiofrekventnog zračenja.

Pored termičkih efekata, značajnu pažnju istraživača privlače i mogući netermički efekti, odnosno biološke promene koje se javljaju bez značajnog porasta temperature tkiva. Tokom poslednjih decenija objavljen je veliki broj studija koje su ispitivale potencijalnu povezanost radiofrekventnog zračenja sa oksidativnim stresom, promenama funkcije ćelijskih membrana, poremećajima spavanja, reproduktivnim efektima, neurološkim promenama i mogućim rizikom od malignih bolesti. Istovremeno, deo literature nije potvrdio postojanje takvih efekata ili je ukazao na metodološka ograničenja pojedinih istraživanja. Zbog toga pitanje dugoročnih zdravstvenih posledica izloženosti radiofrekventnom zračenju i dalje ostaje predmet intenzivne naučne rasprave.

Posebnu pažnju naučne i stručne javnosti izazvala je odluka Međunarodne agencije za istraživanje raka (*International Agency for Research on Cancer, IARC*) da **radiofrekventno zračenje svrsta u grupu 2B, odnosno među moguće kancerogene faktore za ljude**. Ova klasifikacija ne predstavlja dokaz kancerogenosti, već ukazuje na postojanje ograničenih dokaza i naučne neizvesnosti koja zahteva dalja istraživanja.

ISTORIJSKI RAZVOJ I OSNOVE VAŽEĆIH REGULATORNIH STANDARDA

Važeći regulatorni standardi za izloženost radiofrekventnom zračenju oblikovani su tokom devedesetih godina XX veka, u periodu kada je regulatorna logika pre svega bila usmerena na zaštitu od kratkotrajnih, akutnih efekata izloženosti. Američka federalna komisija za komunikacije (*Federal Communications Commission, FCC*) usvojila je granice maksimalno dozvoljene izloženosti radiofrekventnim elektromagnetnim poljima 1996. godine, dok su smernice Međunarodne komisije za zaštitu od nejonizujućeg zračenja (*International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, ICNIRP*) iz 1998. godine postale osnova regulative u velikom broju zemalja. Ovi standardi zasnovani su na pretpostavci da je osnovni, pouzdano potvrđen štetan efekat radiofrekventnog zračenja prekomerno zagrevanje tkiva.

Eksperimentalna osnova za takav pristup poticala je iz bihejvioralnih istraživanja sprovedenih osamdesetih godina, uglavnom u okviru američke mornarice. U tim eksperimentima korišćen je veoma mali broj životinja, pet majmuna i osam pacova, koji su bili izlagani radiofrekventnom zračenju tokom 40 do 60 minuta. Kod životinja kojima je prethodno bila uskraćena hrana praćeno je ponašanje, odnosno smanjenje pritiskanja poluge za dobijanje hrane. Kod majmuna izlaganih

frekvencijama od 225 MHz, 1,3 GHz i 5,8 GHz prag smanjenog odgovora kretao se od 3,2 do 8,4 W/kg, dok je kod pacova izloženih frekvencijama od 1,28 i 5,62 GHz iznosio približno 3,8 do 4,9 W/kg. Na osnovu tih nalaza, vrednost specifične stope apsorpcije (engl. *Specific Absorption Rate, SAR*) od 4 W/kg prihvaćena je kao prag mogućeg štetnog efekta za celo telo. SAR pokazuje koliko energije tkivo apsorbuje u jedinici vremena po kilogramu mase i izražava se u W/kg.

Taj prag je bio povezan sa akutnim termičkim efektima. U eksperimentima na majmunima izloženim zračenju frekvencije 1,29 GHz tokom četiri sata, SAR od 4 W/kg bio je povezan sa porastom prosečne telesne temperature za oko 0,7 °C, dok je poremećaj ponašanja povezan sa porastom temperature od približno 1 °C prihvaćen kao najosetljiviji pokazatelj štetnog delovanja radiofrekventnog zračenja. Iz toga je izvedena osnovna regulatorna pretpostavka da se zaštita može zasnivati na sprečavanju prekomernog zagrevanja tkiva.

Nakon usvajanja praga od 4 W/kg, primenjeni su sigurnosni faktori. Za profesionalno kontrolisanu izloženost granica je postavljena na 0,4 W/kg, što predstavlja desetostruko smanjenje u odnosu na eksperimentalni prag. Za opštu populaciju primenjen je dodatni faktor sigurnosti, pa je granica postavljena na 0,08 W/kg. Za lokalnu izloženost pojedinih delova tela dozvoljene su više vrednosti, jer se polazilo od pretpostavke da lokalna apsorpcija može biti višestruko veća od prosečne apsorpcije za celo telo. Međutim, ta pravila su formulisana pre masovne upotrebe bežičnih uređaja koji se danas često drže neposredno uz telo, naročito uz glavu.

Ostaje sporno to što standardi počivaju na nekoliko ključnih pretpostavki, a to su da radiofrekventno zračenje, kao nejonizujuće zračenje, nema dovoljno energije da prekida hemijske veze ili jonizuje molekule; da ne može direktno da ošteti dezoksiribonukleinsku kiselinu (DNK); i da su biološki relevantni efekti posledica isključivo zagrevanja tkiva. Time su iz početne procene praktično izostavljeni mogući efekti hronične izloženosti, netermički efekti, uticaj modulacije i pulsiranja signala,[78] kao i kombinovano delovanje radiofrekventnog zračenja sa drugim faktorima životne sredine.

Jednu od najdirektnijih kritika ovakvog regulatornog pristupa iznela je Međunarodna komisija za biološke efekte elektromagnetnih polja (*International Commission on the Biological Effects of Electromagnetic Fields, ICBE-EMF*) u radu iz 2022. godine. Autori ovog rada tvrde da standardi Američke federalne komisije za komunikacije i Međunarodne komisije za zaštitu (FCC i ICNIRP) ne štite adekvatno ni opštu populaciju ni posebno osetljive grupe, jer su zasnovani

78 *Modulacija signala je menjanje njegovih karakteristika, poput amplitude ili frekvencije, radi prenošenja informacija. Pulsiranje označava emitovanje signala u vremenski ograničenim impulsima.*

na kratkotrajnim eksperimentima sa malim brojem životinja i na pretpostavci da je zagrevanje jedini relevantan mehanizam štetnosti. Prema njihovom stavu, savremeni uslovi izloženosti znatno se razlikuju od uslova u eksperimentima na kojima su standardi zasnovani. Izloženost je danas dugotrajna, ponavljana, često lokalizovana i vezana za uređaje koji se koriste neposredno uz telo.

BIOLOŠKI EFEKTI ISPOD TERMIČKOG PRAGA

Međunarodna komisija za biološke efekte EM polja (ICBE-EMF) posebno naglašava da je tokom poslednjih 25 godina objavljen veliki broj istraživanja koja dovode u pitanje prag od 4 W/kg kao univerzalnu granicu bezbednosti. Kao argumente navodi nalaze o efektima ispod tog nivoa izloženosti, uključujući oksidativni stres, oštećenje DNK, kardiomiopatiju, neurološke promene, oštećenje spermatozoida i kancerogene nalaze u pojedinim animalnim modelima. Posebno ističe rezultate američkog Nacionalnog toksikološkog programa (*National Toxicology Program, NTP*), u kome su pacovi dve godine izlagani zračenju od 900 MHz, 18 sati dnevno, u ciklusima od 10 minuta uključenog i 10 minuta isključenog zračenja, pri SAR vrednostima od 1,5, 3 i 6 W/kg. Kod mužjaka pacova zabeležen je porast učestalosti kardiomiopatije, švanoma srca, glijalnih promena, glioma i tumora nadbubrežne žlezde, a nezavisna recenzija NTP nalaza ocenila je da postoji jasan dokaz kancerogenosti za švanome srca kod mužjaka pacova.

Kao dodatni argument Međunarodna komisija za biološke efekte EM polja navodi studiju *Ramazzini* instituta, u kojoj su mužjaci pacova izlagani zračenju frekvencije 1800 MHz, koje je karakteristično za GSM (*Global System for Mobile Communications*) mobilne mreže, 19 sati dnevno, pri znatno nižem SAR-u od oko 0,1 W/kg. I u toj studiji zabeležen je porast švanoma srca i hiperplazije Švanovih ćelija. Autori zato smatraju da se efekat na Švanove ćelije ne može jednostavno pripisati zagrevanju tkiva, jer je uočen i pri nivoima izloženosti znatno nižim od pretpostavljenog termičkog praga.

Kritika regulatornog pristupa nije stigla samo od Međunarodne komisije za biološke efekte EM polja. *Hardell* (2017) je ukazao na to da ICNIRP predstavlja privatnu organizaciju čiji se članovi biraju interno, dok su njene smernice od velikog ekonomskog i strateškog značaja za telekomunikacionu, vojnu i energetsku industriju. On posebno kritikuje činjenicu da su granične vrednosti ICNIRP-a postale praktična osnova za široku primenu bežičnih digitalnih tehnologija, te da su i nakon ažuriranja 2009. godine ostale nepromenjene, sa vrednostima od 2 do 10 W/m^2, zavisno od frekvencije. Nasuprot tome, autori izveštaja *BioInitiative* iz 2007. godine i njegovog ažuriranog izdanja iz 2012. godine u procenu su uključili i netermičke efekte radiofrekventnog zračenja, a kao prag za moguće zdravstvene rizike predložili su mnogo niži opseg od 30 do 60 μW/m^2.

Kao ishode koji se na taj način mogu potceniti autor navodi maligne bolesti, promene u neurotransmiterskim i neuroprotektivnim mehanizmima, poremećaj propustljivosti krvno-moždane barijere, promene kognitivnih funkcija, poremećaje spavanja i ponašanja, psihološku zavisnost od bežičnih uređaja i smanjenje kvaliteta sperme. Osvrnućemo se na neke od radova u ovom polju koji ne daju jedinstven zaključak, ali su važni jer pokazuju širinu istraživačkog polja, od oštećenja DNK i oksidativnog stresa, preko reproduktivnih efekata i promena u biljnim organizmima, do mogućih neurodegenerativnih implikacija.

Akdag i sar. (2016) ispitivali su da li dugotrajno izlaganje *Wi-Fi* zračenju frekvencije 2,4 GHz izaziva oštećenje DNK u različitim tkivima pacova. U eksperimentu je osam mužjaka pacova bilo izloženo RF zračenju duže od godinu dana, dok je osam životinja činilo kontrolnu grupu držanu u istim uslovima, ali bez uključenog *Wi-Fi* izvora. Oštećenje DNK procenjivano je metodom kojom se na nivou pojedinačnih ćelija meri stepen oštećenja genetskog materijala, i to u mozgu, jetri, bubregu, koži i testisima. U većini analiziranih tkiva zabeležen je porast oštećenja DNK u eksperimentalnoj grupi, ali bez statističke značajnosti. Jedini statistički značajan porast utvrđen je u tkivu testisa, što je autore navelo na zaključak da dugotrajno *Wi-Fi* zračenje ne izaziva značajno oštećenje DNK u većini ispitivanih organa, ali da testisi mogu biti posebno osetljivi.

Ovakav nalaz se uklapa u širu literaturu koja kao mogući mehanizam delovanja radiofrekventnog zračenja razmatra **oksidativni stres**. *Yakymenko* i sar. (2016) su u preglednom radu analizirali eksperimentalne podatke o oksidativnim efektima niskointenzivnog RF zračenja u živim ćelijama i organizmima. Od 100 dostupnih recenziranih studija koje su se bavile ovom temom, 93 su prijavile indukciju oksidativnih promena u biološkim sistemima. Autori navode da RF zračenje može aktivirati puteve stvaranja slobodnih radikala, pojačati lipidnu peroksidaciju, izazvati oksidativno oštećenje DNK i promeniti aktivnost antioksidativnih enzima. Zbog toga oksidativni stres vide kao jedan od glavnih mogućih mehanizama biološkog delovanja niskointenzivnog radiofrekventnog zračenja, sa potencijalnim značajem za maligne i nemaligne zdravstvene ishode.

Pored animalnih i ćelijskih modela, pojedini radovi razmatraju i efekte RF zračenja **u životnoj sredini**. *Waldmann-Selsam* i sar. (2016) ispitivali su moguću povezanost između oštećenja drveća i izloženosti radiofrekventnom zračenju baznih stanica mobilne telefonije. Studija je sprovedena u Bambergu i Halštatu u Nemačkoj kao dugoročno terensko praćenje u periodu od 2006. do 2015. godine. Autori su evidentirali i fotografisali neuobičajena, najčešće jednostrana oštećenja stabala, a 2015. godine izmerili su RF elektromagnetna polja na 144 lokacije, na visini od 1,5 m, i izradili mapu gustine snage zračenja.

U analizu je uključeno 120 stabala, od čega 60 oštećenih, 30 nasumično odabranih i 30 stabala iz zona niske izloženosti, u kojima je gustina snage[79] bila ispod 50 μW/m² i bazne stanice nisu bile u direktnoj liniji vidljivosti. Kod oštećenih stabala utvrđene su značajne razlike između strane okrenute ka baznoj stanici i suprotne strane, pri čemu se veća izloženost poklapala sa izraženijim oštećenjem. Stabla iz zona niske izloženosti nisu pokazivala vidljiva oštećenja. Autori zaključuju da elektromagnetno zračenje iz baznih stanica može štetno delovati na drveće i da oštećenja često počinju jednostrano, na strani okrenutoj izvoru zračenja, a zatim se vremenom mogu proširiti na celo stablo. Ipak, budući da je reč o opservacionoj terenskoj studiji, nalaz ukazuje na povezanost, ali ne može potpuno isključiti druge faktore, kao što su suša, zagađenje, bolesti, štetočine, stanje zemljišta ili mikroklimatske razlike.

Noviji pregledni rad *Bektas i Dasdag* (2025) pokazuje koliko je oblast i dalje heterogena, posebno kada se razmatraju **neurodegenerativni ishodi**. Autori su analizirali odnos između radiofrekventnog zračenja i Alchajmerove bolesti na osnovu 81 studije iz baza *Web of Science, Scopus* i *PubMed*, uključujući animalne modele, humane studije i *in vitro* eksperimente.[80] Zaključili su da su nalazi izrazito neujednačeni, pa deo studija ukazuje da RF zračenje može pogoršati procese povezane sa Alchajmerovom bolešću, pre svega povećanjem oksidativnog stresa, narušavanjem integriteta krvno-moždane barijere i podsticanjem taloženja beta-amiloida. Nasuprot tome, druge studije sugerišu potencijalno zaštitno ili terapijsko dejstvo, uključujući poboljšanje mitohondrijske funkcije u mozgu i smanjenje nivoa beta-amiloida. Zbog toga autori ne izvode jednostavan zaključak da je RF zračenje isključivo štetno ili korisno, već naglašavaju da efekat može zavisiti od frekvencije, intenziteta, trajanja izloženosti, eksperimentalnog modela i stadijuma bolesti.

Melnick i saradnici (2025) navode da su eksperimentalne studije pokazale nepovoljne efekte izlaganja radiofrekventnim elektromagnetnim poljima na **mušku plodnost**, uključujući smanjenje broja, vitalnosti i proizvodnje spermatozoida, snižavanje nivoa testosterona, smanjenje mase testisa ili epididimisa, kao i povećanje oštećenja DNK spermatozoida. Kada je reč o toku i ishodima trudnoće, eksperimentalne studije su pokazale povećanje broja resorbovanih ili mrtvih fetusa, smanjenje fetalne mase i dužine, povećanje učestalosti malformacija i nepovoljne efekte na motoričke funkcije potomstva. Za više parametara prijavljena je i linearna veza između doze i odgovora, što autori smatraju naročito važnim za procenu rizika i postavljanje zaštitnih granica izlaganja.

79 *Gustina snage zračenja predstavlja snagu elektromagnetnog zračenja po jedinici površine i izražava se u vatima po kvadratnom metru (W/m²). Jedan mikrovat po kvadratnom metru (μW/m²) milioniti je deo jednog W/m². Ova veličina opisuje zračenje na određenom mestu, a ne neposredno količinu energije koju telo apsorbuje.*

80 *In vitro eksperimenti su istraživanja koja se sprovode izvan živog organizma, na primer na ćelijama uzgajanim u laboratoriji.*

Pored samih bioloških mehanizama, pojedini autori ukazuju i na značaj **individualnih razlika** u apsorpciji i osetljivosti na radiofrekventno zračenje. U vezi sa tim Međunarodna komisija za biološke efekte EM polja navodi da deca u dozimetrijskom[81] smislu nisu „mali odrasli". Zbog tanje lobanje, manjih dimenzija glave i drugačijih dielektričnih osobina tkiva,[82] kod dece može dolaziti do veće lokalne apsorpcije energije nego kod odraslih osoba. Autori navode procene prema kojima lokalni SAR u hipokampusu može biti i do 30 puta veći, u očima do pet puta veći, a u koštanoj srži lobanje do deset puta veći nego kod odraslih. Takođe ističu da se u postojećim standardima nedovoljno razmatraju karakteristike signala, uključujući modulaciju i pulsiranje, iako one mogu imati značaj za biološki odgovor organizma.

Često se razmatra i fenomen **elektromagnetne preosetljivosti**, pri kojem pojedinci prijavljuju simptome za koje veruju da su povezani sa elektromagnetnim poljima. Najčešće prijavljene tegobe uključuju glavobolju, vrtoglavicu, poremećaje spavanja, palpitacije, tinitus, kožne promene, senzitivne smetnje i promene raspoloženja. Iako uzročna povezanost između izloženosti radiofrekventnom zračenju i ovih simptoma ostaje predmet rasprava, njihovo postojanje ukazuje na potrebu da se, pored prosečnih efekata na populacionom nivou, razmatraju i moguće razlike u individualnoj osetljivosti.

REGULATORNA RASPRAVA I SUPROTSTAVLJENA TUMAČENJA RIZIKA

U svom radu *Hardell* je razmatrao i institucionalnu reakciju nakon što je Međunarodna agencija za istraživanje raka (*International Agency for Research on Cancer, IARC*) 2011. godine svrstala radiofrekventno zračenje u grupu 2B, odnosno među moguće kancerogene faktore za ljude. Prema njegovom mišljenju, ta odluka je pokrenula snažan talas osporavanja, koji poredi sa strategijama koje je duvanska industrija koristila devedesetih godina prilikom procene pasivnog pušenja kao kancerogenog faktora. Suština te strategije, kako je autor opisuje, jeste stvaranje konfuzije i podsticanje sumnje u naučne nalaze.

Posebno se osvrće na informativni list Svetske zdravstvene organizacije (SZO) iz juna 2011. godine, objavljen neposredno nakon IARC klasifikacije, u kome je navedeno da do tada nisu utvrđeni štetni zdravstveni efekti izazvani korišćenjem mobilnih telefona. *Hardell* ocenjuje da je takva formulacija mogla biti shvaćena kao potpuno odbacivanje mogućnosti štetnosti, iako formalno nije u suprotnosti sa IARC klasifikacijom. Naime, kategorija 2B podrazumeva da postoji uočena povezanost koja se može tumačiti kao moguća uzročna veza, ali da se slučajnost, pristrasnost i konfuzioni faktori ne mogu isključiti sa dovoljnom sigurnošću.

81 *Dozimetrija obuhvata merenje i proračun izloženosti zračenju i energije koju telo ili pojedina tkiva apsorbuju.*

82 *Dielektrične osobine tkiva opisuju kako tkivo reaguje na električno polje, uključujući preraspodelu naelektrisanja i gubitke energije. Zajedno sa električnom provodljivošću utiču na prodiranje i apsorpciju radiofrekventnog zračenja.*

Dodatna kritika odnosila se na sastav osnovne grupe SZO zadužene za izradu monografije o zdravstvenim efektima radiofrekventnih polja. Od šest članova te grupe, četiri su imala aktivno članstvo Međunarodne komisije za zaštitu, jedan bivši član, dok je samo jedna osoba naizgled bila nezavisna od ove organizacije. Pored toga, šest od dvadeset dodatnih eksperata bilo je povezano sa ovom organizacijom. *Hardell* zato smatra da članstvo u Međunarodnoj komisiji za zaštitu predstavlja potencijalni sukob interesa, naročito kada isti stručnjaci procenjuju efekte ispod graničnih vrednosti koje je organizacija sa kojom su povezani već ranije proglasila bezbednim.

Na proces izrade monografije reagovali su i drugi istraživači i stručne grupe. Radna grupa *BioInitiative* je posebno naglasila da u proces nisu uključeni brojni istraživači koji su dali značajan doprinos proučavanju netermičkih efekata RF zračenja, kao ni stručnjaci iz zemalja u kojima je objavljen veliki broj takvih radova, uključujući Rusiju, Kinu, Indiju, Tursku i Iran. Međunarodni apel naučnika, koji je do januara 2017. podržalo 222 naučnika iz 41 zemlje, zatražio je strože zaštitne smernice i bolje informisanje javnosti, posebno u vezi sa decom i fetalnim razvojem. Evropske organizacije građana i Ruski nacionalni komitet za zaštitu od nejonizujućeg zračenja takođe su upozorili na sukob interesa, nedovoljnu uravnoteženost radne grupe i neadekvatnost aktuelnih smernica za savremene uslove hronične niskointenzivne izloženosti.

Da se dotaknemo i drugačijih stavova, kojih takođe danas ima dosta. Na primer, *Grimes* (2021) prihvata osnovnu regulatornu logiku prema kojoj radiofrekventno zračenje, kao nejonizujuće zračenje, nema dovoljnu energiju da direktno prekida hemijske veze ili izaziva neposredno oštećenje DNK. Prema njegovom tumačenju, dosadašnja epidemiološka istraživanja ne pokazuju jasan porast tumora mozga koji bi bio očekivan da postoji snažna uzročna veza sa upotrebom mobilnih telefona. Kao najvažnije argumente navodi *INTERPHONE* studiju, dansku kohortnu studiju i britansku prospektivnu kohortnu studiju, koje nisu pokazale ubedljiv porast rizika od glioma, meningioma[83] ili drugih tumora centralnog nervnog sistema. Nalaze *Hardella* i saradnika, kao i pojedine animalne studije, uključujući NTP, *Grimes* ocenjuje kao metodološki problematične ili nedovoljne za izvođenje čvrstog zaključka o uzročnosti. Međutim, autori rada Međunarodne komisije za biološke efekte elektromagnetnih polja osporavaju tvrdnju da stope tumora mozga nisu porasle od uvođenja mobilnih telefona i navode da je u SAD između 2000. i 2018. ukupna stopa tumora mozga blago opadala, ali je stopa glioblastoma rasla za 0,3% godišnje, a kod osoba mlađih od 20 godina za 2,7% godišnje.

83 *Meningiom je tumor koji nastaje iz ćelija moždanih ovojnica, odnosno omotača mozga i kičmene moždine. Najčešće je dobroćudan, ali svojim rastom može pritiskati okolne nervne strukture.*

U savremenoj literaturi o radiofrekventnom zračenju izdvajaju se **dva različita pristupa** tumačenju zdravstvenih rizika. Prvi polazi od osnovnih fizičkih zakonitosti i ističe da RF zračenje, kao nejonizujuće zračenje, nema energiju za direktno kidanje hemijskih veza i neposredno oštećenje DNK. Iz te perspektive, odsustvo jasnog i snažnog porasta tumora mozga u velikim epidemiološkim studijama tumači se kao ključni dokaz da značajan kancerogeni rizik nije potvrđen. Drugi polazi od bioloških i medicinskih opažanja i naglašava da se u eksperimentalnim, epidemiološkim i terenskim studijama ipak registruju promene, uključujući oksidativni stres, oštećenja DNK u pojedinim tkivima, promene spermatozoida, neurološke efekte i tumorske nalaze u animalnim modelima. Prema tom pristupu, odsustvo potpuno razjašnjenog mehanizma ne znači odsustvo efekta. Zbog toga se danas više **ne može jednostavno tvrditi da je RF zračenje ispod termičkog praga biološki potpuno inertno**. To ne znači da je svaka izloženost RF zračenju klinički opasna, niti da je uzročna veza sa malignim bolestima dokazana, ali znači da redukovanje celog problema isključivo na pitanje zagrevanja tkiva više nije dovoljno.

Poseban problem predstavlja činjenica da su važeći regulatorni standardi nastali u periodu **pre masovne i neprekidne upotrebe savremenih bežičnih uređaja**. Oni su zasnovani prvenstveno na zaštiti od akutnih termičkih efekata, dok dugotrajna, ponavljana, lokalizovana i kumulativna izloženost nije bila u centru prvobitne procene rizika. Takođe, rasprava o radiofrekventnom zračenju ne može se posmatrati izvan šireg konteksta savremenog života, u kome čovek istovremeno trpi dejstvo brojnih fizičkih, hemijskih i psihosocijalnih faktora, od zagađenja vazduha, mikroplastike i ultraprerađene hrane, do hroničnog stresa, nedostatka sna i stalne digitalne stimulacije. U takvom okruženju gotovo je nemoguće formirati idealnu kontrolnu grupu koja bi bila izolovana od svih drugih uticaja, zbog čega su istraživanja na ljudima opterećena brojnim faktorima koji otežavaju tumačenje rezultata. Najosetljiviji aspekt ove rasprave odnosi se na decu. Ona nisu samo 'manji odrasli' ni u biološkom ni u dozimetrijskom smislu. Zbog anatomskih razlika, razvoja tkiva i dužeg očekivanog životnog perioda potencijalni kumulativni efekti izloženosti mogu imati veći značaj nego kod odraslih. Današnja deca su prva generacija koja je izložena bežičnim tehnologijama od najranijeg uzrasta, pa i prenatalno, a puni dugoročni efekti takvog obrasca izloženosti moći će da se procene tek posle više decenija.

Promena standarda, međutim, nije samo naučno pitanje, već i ekonomsko, infrastrukturno i strateško pitanje, jer bi znatno strože granice zahtevale duboke promene u telekomunikacionim, energetskim i vojnim sistemima.

RF zračenje verovatno nije neposredni i snažni kancerogeni agens kakvim se ponekad predstavlja u alarmističkim tumačenjima, ali se ne može ni svesti na potpuno bezazlen faktor savremenog okruženja. Najrazumniji javnozdravstveni pristup zato nije panika, već princip predostrožnosti, pa izloženost treba smanjivati onda kada je to jednostavno, razumno i ne remeti kvalitet života. U praksi to znači izbegavanje nepotrebne blizine izvora zračenja, držanje telefona dalje od tela kada je moguće, korišćenje žičanih slušalica, isključivanje Wi-Fi rutera tokom noći i posebno pažljivo planiranje izloženosti u prostorima u kojima borave deca. Takav pristup ne zahteva odbacivanje tehnologije, već njenu racionalnu i odgovornu upotrebu u uslovima u kojima nauka, možda i zbog pritiska interesa industrije, još nije dala konačan odgovor.

Digitalni detoks na putovanju

Digitalne tehnologije postale su gotovo neodvojive od savremenog putovanja, jer mobilni telefon istovremeno služi kao mapa, fotoaparat, vodič, prevodilac, karta za prevoz, sredstvo plaćanja i veza sa porodicom i poslom. Istovremeno, sve više pažnje privlači i suprotan trend, poznat kao *digital detox*, *digital-free tourism* ili *unplugged tourism*, koji podrazumeva dobrovoljno i privremeno ograničavanje ili potpuno odricanje od telefona, interneta, društvenih mreža i drugih digitalnih sadržaja tokom odmora. Istraživanja motiva za ovakav izbor izdvajaju želju da se pažnja vrati na sadašnji trenutak, potrebu za opuštanjem i oslobađanjem od stresa povezanog sa stalnom upotrebom digitalnih uređaja, brigu o sopstvenom blagostanju, kvalitetnije odnose sa drugim ljudima i potragu za drugačijim iskustvom. Putnici pritom uglavnom ne pokazuju nameru da se tehnologije trajno odreknu, već digitalno distanciranje doživljavaju kao privremenu i svesno izabranu promenu svakodnevnih navika.

Digitalni detoks, međutim, nije nužno prijatno iskustvo od samog početka. Ispitanici su prijavljivali nelagodnost, zabrinutost i frustraciju zbog gubitka funkcija na koje su navikli da se oslanjaju, pre svega komunikacije, pristupa informacijama i navigacije. Kako je vreme odmicalo, kod mnogih se odnos prema digitalnoj isključenosti menjao, pa su ispitanici više pažnje posvećivali neposrednom okruženju i ljudima sa kojima su boravili i počinjali da cene odsustvo stalne povezanosti. Kod pojedinih se napetost ponovo javljala pred završetak detoksa, kada ih je očekivao povratak nagomilanim porukama, elektronskoj pošti i drugim obavezama.

Posebno je značajna granica između odmora i posla. Jedno istraživanje sprovedeno među kineskim ispitanicima pokazalo je da učestala poslovna komunikacija putem pametnog telefona može otežati oporavak tokom odmora, dok komunikacija koja nije povezana sa poslom nema iste posledice.

Problem, prema tome, nije sama digitalna tehnologija, već mogućnost da stalna poslovna dostupnost izbriše granicu između rada i odmora. Čovek može promeniti kontinent i boraviti na izuzetno prijatnoj destinaciji, a da istovremeno ostane mentalno uključen u isti sistem zahteva od kojeg je pokušao da se udalji.

Kastelo i saradnici su 2025. godine sproveli jednomesečno istraživanje u kojem je 467 učesnika pristalo da tokom dve nedelje na telefonu blokira pristup mobilnom internetu, dok su pozivi i tekstualne poruke ostali dostupni, kao i pristup internetu preko drugih uređaja. Nakon dve nedelje zabeležena su poboljšanja subjektivnog blagostanja, pokazatelja mentalnog zdravlja i objektivno merene sposobnosti održavanja pažnje, a 90,7% učesnika pokazalo je poboljšanje najmanje jednog od ova tri pokazatelja. Tokom perioda bez mobilnog interneta više vremena provodili su u neposrednom druženju, fizičkoj aktivnosti i prirodi. Potpuno pridržavanje režima ipak se pokazalo zahtevnim, pa je samo 119 od 467 učesnika ispunilo unapred postavljeni kriterijum doslednog blokiranja mobilnog interneta.

Rezultati šire literature nisu potpuno ujednačeni. Sistematski pregled koji je obuhvatio 21 intervencionu studiju sa ukupno 3 625 učesnika pokazao je da su pojedine intervencije digitalnog detoksa povoljno uticale na blagostanje, socijalne odnose, samokontrolu i sposobnost obavljanja zadataka, dok druge nisu pokazale jasan efekat, a ponegde su zabeležene i nepovoljne posledice. Ishod očigledno zavisi od toga šta se ograničava, koliko dugo ograničenje traje, koliko se osoba oslanja na digitalne funkcije i da li joj odsustvo tehnologije donosi rasterećenje ili dodatnu nelagodnost.

Za većinu turista zato više smisla ima selektivni digitalni odmor nego potpuno odricanje od tehnologije. Telefon može ostati koristan za navigaciju, karte, fotografisanje i neophodnu komunikaciju, dok se istovremeno mogu isključiti poslovna elektronska pošta i nepotrebna obaveštenja, ograničiti korišćenje društvenih mreža, odrediti delovi dana bez telefona i izbegavati njegovo korišćenje tokom obroka, boravka u prirodi i neposrednog druženja. Na taj način zadržavaju se praktične prednosti digitalnih tehnologija, a smanjuje upravo ona vrsta stalne dostupnosti koja može ometati pažnju i psihološki oporavak.

Il Deo





ZDRAVSTVENI EFEKTI DESTINACIJA I PRIRODNIH ČINILACA

2. ZDRAVSTVENI EFEKTI DESTINACIJA I PRIRODNIH ČINILACA

2.1. TALASOTERAPIJA I BORAVAK NA MORU

Odlazak na more za mnoge ljude predstavlja najvažniji period odmora tokom godine i priliku da se privremeno udalje od poslovnih i drugih svakodnevnih obaveza. Još od antičkog doba morskoj vodi i priobalnoj klimi pripisivana su lekovita svojstva, dok se planska primena morske vode, priobalnog vazduha, sunčevog zračenja, peska, algi i morskog blata u preventivne i terapijske svrhe označava kao **talasoterapija**. Naziv potiče od grčke reči *thalassa*, koja znači more. U okviru zdravstveno usmerenog boravka na moru razlikuje se nekoliko međusobno povezanih postupaka. **Klimatoterapija** se zasniva na delovanju temperature, vlažnosti vazduha, atmosferskog pritiska, vetra i drugih klimatskih činilaca, dok helioterapija podrazumeva kontrolisano korišćenje sunčevog zračenja. Terapijsko kupanje u mineralnoj ili morskoj vodi predstavlja jedan od oblika **balneoterapije**, a primena prirodnog mineralnog blata označava se kao **peloidoterapija**.

Zdravstvene koristi godišnjeg odmora provedenog na obali najverovatnije proizlaze iz zajedničkog delovanja više činilaca, među kojima su promene svakodnevnog ritma, udaljavanje od poslovnih zahteva, duži boravak napolju, veća fizička aktivnost, izlaganje prirodnoj dnevnoj svetlosti i druženje ili mogućnost povlačenja u mir, u skladu sa ličnim potrebama. Istraživanja pokazuju da čak i kratak odmor može brzo smanjiti subjektivni osećaj stresa, psihičke napetosti i iscrpljenosti, mada se deo tih efekata postepeno gubi nakon povratka svakodnevnim obavezama.

Obale mora, jezera i reka u savremenoj literaturi najčešće se označavaju kao **plavi prostori**. Boravak u takvom okruženju otvara mogućnosti za hodanje, plivanje i druge vidove rekreacije. Plivanje angažuje velike mišićne grupe i unapređuje aerobnu sposobnost, dok uzgon smanjuje opterećenje zglobova težinom tela. Zbog toga kretanje u vodi može biti naročito prijatno osobama koje osećaju bol u kolenima, kukovima ili kičmi.

Boravak napolju istovremeno povećava izloženost jutarnjoj i dnevnoj svetlosti, što može doprineti boljem usklađivanju cirkadijalnog ritma,[84] naročito kod osoba koje veći deo godine provode u zatvorenim prostorima. Udaljavanje

84 *Cirkadijalni ritam je približno dvadesetčetvoročasovni ritam bioloških procesa koji, između ostalog, reguliše smenjivanje sna i budnosti, lučenje hormona i telesnu temperaturu.*

od profesionalnih zahteva, prekid uobičajene rutine, manja izloženost stalnoj elektronskoj komunikaciji i više vremena namenjenog odmoru mogu olakšati uspavljivanje i poboljšati subjektivni kvalitet sna. Povoljni efekti boravka na moru zato se najpreciznije tumače kao rezultat celokupne promene životnog ritma i okruženja, a njihov intenzitet u velikoj meri zavisi od načina na koji se odmor provodi. S druge strane, višesatna neaktivnost, nedovoljno i neredovno spavanje, kasni i obilni obroci i prekomeran unos alkohola na odmoru mogu umanjiti korist za zdravlje. Pritom treba imati u vidu da povoljniji zdravstveni pokazatelji zabeleženi kod osoba koje žive u blizini uređenih obala ili ih češće posećuju mogu delom odražavati i bolji socioekonomski položaj, više slobodnog vremena, veću dostupnost rekreativnih sadržaja i zdravije životne navike.

MRTVO MORE KAO POSEBAN PRIRODNI RESURS

Mrtvo more je slano jezero smešteno između Jordana, Izraela i Zapadne obale. Njegova površina nalazi se više od **430 metara ispod srednjeg nivoa mora**, pa obala Mrtvog mora predstavlja najnižu kopnenu oblast otvorenu prema atmosferi, dok dubina jezera u pojedinim delovima dostiže približno 300 metara. Zbog dugotrajnog smanjenja dotoka vode i intenzivnog isparavanja, nivo jezera se poslednjih decenija neprekidno snižava, zbog čega se menjaju nadmorska visina njegove površine, dubina i položaj obalske linije.

Voda Mrtvog mora sadrži približno **340 grama rastvorenih soli po litru**, a njena gustina iznosi oko 1,24 kilograma po litru. Zbog velike gustine telo je pri plutanju manje uronjeno nego u običnoj morskoj vodi. Po hemijskom sastavu voda se razlikuje od obične morske vode, a u njoj su naročito zastupljeni hloridi magnezijuma, kalcijuma, natrijuma i kalijuma, kao i relativno visoke koncentracije bromida.

Ekstremni salinitet ograničava život riba, vodenih biljaka i većine organizama karakterističnih za druga jezera i mora. Ipak, u jezeru opstaju mikroorganizmi prilagođeni izrazito slanoj sredini, naročito **halofilne arheje**.[85] Posle obilnih padavina, kada se površinski sloj vode dovoljno razblaži, zabeleženo je i masovno razmnožavanje jednoćelijske zelene alge *Dunaliella parva*, praćeno razvojem arheja čiji pigmenti mogu obojiti vodu crvenkasto. Naziv jezera zato se odnosi na odsustvo uobičajenog višeg biljnog i životinjskog sveta, dok mikrobni život postoji u specijalizovanim oblicima.

85 *Halofilne arheje su mikroorganizmi prilagođeni životu u veoma slanoj sredini. Pripadaju posebnoj grupi organizama, različitoj od bakterija.*

Zdravstveni značaj ove oblasti zasniva se na istovremenom delovanju nekoliko prirodnih činilaca koji se pojedinačno mogu sresti i na drugim mestima, ali su na Mrtvom moru objedinjeni u naročito izraženoj kombinaciji. Najubedljiviji podaci o terapijskom značaju Mrtvog mora odnose se na **psorijazu**. Rezultati su uglavnom dobijeni u organizovanim programima u trajanju od tri do četiri nedelje, tokom kojih se izlaganje sunčevom zračenju postepeno povećava u skladu sa fototipom kože,[86] težinom bolesti i individualnom reakcijom pacijenta. Programi istovremeno uključuju kupanje, lokalnu negu kože i dermatološki nadzor, pa njihovo dejstvo predstavlja zajednički rezultat helioterapije, balneoterapije i odmora u specifičnim klimatskim uslovima.

Geografski položaj Mrtvog mora utiče na intenzitet i spektralni sastav sunčevog zračenja koje dopire do njegove površine. Zbog položaja duboko ispod nivoa mora, zračenje prolazi dužim putem kroz atmosferu, pri čemu se rasejava na molekulima vazduha i česticama aerosola. Pritom Rejlijevo rasejanje na molekulima vazduha je izraženije pri kraćim talasnim dužinama, zbog čega je slabljenje UVB zračenja oko 300 nm, koje doprinosi nastanku crvenila kože, veće nego u opsegu oko 311-313 nm, koji se koristi u fototerapiji psorijaze. UVB zračenje ublažava zapaljensku aktivnost u koži, između ostalog podsticanjem apoptoze, odnosno programirane smrti dela T-limfocita[87] koji učestvuju u održavanju psorijatičnih promena, čime se smanjuje podsticaj za prekomerno umnožavanje ćelija epidermisa.[88] Takav odnos intenziteta pojedinih delova UVB spektra doprinosi povoljnim uslovima za postepeno, stručno nadzirano izlaganje u okviru klimatoterapije na Mrtvom moru.

U maloj prospektivnoj studiji sa 18 pacijenata prosečna vrednost PASI skora, kojim se procenjuju zahvaćena površina i izraženost psorijatičnih promena, smanjena je nakon četvoronedeljnog programa za 88%, uz istovremeno poboljšanje kvaliteta života. Kod pacijenata kod kojih su se promene potpuno povukle, a zatim ponovo pojavile tokom praćenja, prosečno vreme do njihovog povratka iznosilo je približno 94 dana.

Klimatoterapija Mrtvog mora zato može predstavljati delotvornu dopunu lečenju pacijenata sa psorijazom, a njena vrednost ogleda se u brzom smanjenju izraženosti kožnih promena, poboljšanju kvaliteta života i mogućnosti da se kod pojedinih pacijenata privremeno smanji potreba za lokalnom ili sistemskom terapijom. Međutim, ponavljani višenedeljni programi istovremeno povećavaju

86 *Fototip kože označava kategoriju kože prema njenoj reakciji na sunčevo zračenje, prvenstveno sklonosti ka nastanku opekotina i sposobnosti tamnjenja.*

87 *T-limfociti su ćelije imunskog sistema koje učestvuju u regulaciji imunskog odgovora i prepoznavanju i uklanjanju zaraženih ili izmenjenih ćelija.*

88 *Epidermis je površinski sloj kože. Njegov spoljašnji deo, rožasti sloj, čine pretežno odumrle ćelije koje zajedno sa lipidima ograničavaju gubitak vode i prodor štetnih materija.*

kumulativnu izloženost UV zračenju, pa su kod osoba koje su više puta učestvovale u klimatoterapiji češće registrovani solarna elastoza, bore i pigmentne promene kao pokazatelji hroničnog oštećenja kože izazvanog zračenjem.

Povoljni lokalni efekti mineralnih soli ispitivani su i kod **atopijskog dermatitisa** i izrazito suve kože. Tokom šestonedeljnog ispitivanja, ponavljano potapanje podlaktice u petoprocentni rastvor soli Mrtvog mora poboljšalo je hidraciju rožastog sloja, smanjilo hrapavost i crvenilo i kod dela ispitanika unapredilo funkciju kožne barijere u odnosu na drugu podlakticu, potapanu u običnu vodu. Ovaj nalaz ukazuje na to da kupanje u vodi sa određenom koncentracijom soli može povoljno delovati na površinski sloj kože, ali podnošljivost kupanja u Mrtvom moru zavisi od aktivnosti ekcema i očuvanosti kožne barijere, jer hiperslana voda može izazvati intenzivno peckanje na ispucaloj, izgrebanoj, sveže obrijanoj ili aktivno upaljenoj koži. Kod nekih pacijenata kratkotrajno kupanje može smanjiti ljuskanje i svrab, dok duži kontakt sa solima može povećati isušivanje i iritaciju osetljive kože. Ispiranje običnom vodom uklanja zaostale soli, dok nanošenje kreme za negu suve kože pomaže očuvanju vlage i smanjuje osećaj zatezanja.

Visoka koncentracija soli zahteva poseban **oprez pri kupanju**. Gutanje vode Mrtvog mora može izazvati ozbiljne poremećaje ravnoteže elektrolita, naročito porast koncentracija magnezijuma i kalcijuma u krvi, koji u težim slučajevima ugrožavaju rad srca i disanje. Takođe, dospevanje vode u disajne puteve može izazvati akutno oštećenje pluća. Zbog toga tokom kupanja treba držati lice iznad površine, izbegavati ronjenje, skakanje i prskanje. Isto tako, kontakt hiperslane vode sa očima može izazvati intenzivno peckanje, suzenje i refleksno zatvaranje kapaka. U slučaju kontakta sa vodom oči treba odmah obilno ispirati čistom vodom, bez trljanja, a jak bol ili smetnje vida zahtevaju hitan pregled.

Kod **vitiliga**[89] su nakon kombinovane klimatoterapije opisani različiti stepeni repigmentacije. UVB fototerapija podstiče umnožavanje, sazrevanje i migraciju prekursora melanocita, ćelija koje stvaraju pigment, čime doprinosi ponovnom uspostavljanju pigmentacije kože. Najpovoljniji odgovori beleženi su kod pacijenata sa kraćim trajanjem bolesti, manjom zahvaćenom površinom i dužim terapijskim boravkom. Ipak, većina ovih podataka potiče iz retrospektivnog praćenja, pa je dokazna osnova skromnija nego kod psorijaze.

Položaj Mrtvog mora duboko ispod nivoa mora uslovljava viši barometarski pritisak nego na nivou mora. Udeo kiseonika u vazduhu i dalje iznosi približno 21%, ali veći ukupni pritisak povećava i njegov parcijalni pritisak,[90] pa ista zapremina udahnutog vazduha sadrži nešto veći broj molekula kiseonika.

89 *Vitiligo je oboljenje kod kojeg gubitak funkcionalnih melanocita, ćelija koje stvaraju pigment, dovodi do pojave jasno ograničenih belih površina na koži.*

90 *Parcijalni pritisak kiseonika jeste deo ukupnog pritiska gasne smeše koji potiče od kiseonika. Važan je za prelazak kiseonika iz udahnutog vazduha u krv.*

Kod zdravih osoba hemoglobin je već skoro potpuno zasićen kiseonikom, zbog čega je dodatni fiziološki efekat uglavnom skroman. Veći značaj može imati kod pojedinih pacijenata sa hronično smanjenom oksigenacijom krvi.[91] U maloj studiji koja je uključila pacijente sa uznapredovalim hroničnim plućnim bolestima koji su koristili dodatni kiseonik, boravak na Mrtvom moru bio je povezan sa **poboljšanjem oksigenacije** i smanjenjem potrebne količine dodatnog kiseonika, a kod pacijenata sa stabilnom srčanom insuficijencijom zabeleženo je i poboljšanje sposobnosti podnošenja fizičkog napora. Ovakav efekat traje tokom boravka u području povišenog barometarskog pritiska i može predstavljati privremenu fiziološku pogodnost za hronične bolesnike.

Morski **aerosol nastaje raspršivanjem sitnih kapljica vode** i sadrži čestice soli i minerala prisutnih u Mrtvom moru, ali se njegovo dejstvo ostvaruje prvenstveno lokalno, na sluzokoži disajnih puteva, dok je sistemska apsorpcija magnezijuma preko neoštećene kože i sluzokože ograničena. U istraživanju sprovedenom na 72 starije osobe sa osteoartritisom ili reumatoidnim artritisom, tokom dvonedeljnog boravka na Mrtvom moru sistolni krvni pritisak smanjen je u proseku za oko 17 mmHg, a dijastolni za oko 8 mmHg u odnosu na početne vrednosti izmerene u ambulanti. Ovakav rezultat najverovatnije odražava zajedničko delovanje više činilaca, među kojima su promena dnevnog ritma, redovniji san, veća fizička aktivnost, drugačiji način ishrane, klimatski uslovi i smanjenje psihološke napetosti, a ne samo udisanje aerosola bogatog magnezijumom. Pojačan gubitak tečnosti i promene u ishrani i fizičkoj aktivnosti mogu doprineti dodatnom sniženju krvnog pritiska kod osoba koje uzimaju antihipertenzivne lekove,[92] pa je tokom boravka opravdano pratiti njegove vrednosti, naročito pri pojavi vrtoglavice ili malaksalosti.

Oblast Mrtvog mora odlikuje se oskudnom vegetacijom, pa je lokalno **stvaranje polena manje** nego u poljoprivrednim područjima ili područjima sa bogatom vegetacijom. Takvi uslovi mogu pogodovati pojedinim osobama sa sezonskim alergijskim tegobama, naročito kada se tokom boravka privremeno prekida njihova izloženost dominantnim alergenima iz mesta stanovanja. Međutim, ovo ne treba shvatiti kao potvrdu da je vazduh izuzetnog kvaliteta jer na kvalitet vazduha ipak utiču i regionalni transport polena, pustinjska prašina, saobraćaj i druge čestice koje se mogu prenositi na velike udaljenosti.

91 *Oksigenacija krvi je proces obogaćivanja krvi kiseonikom, koji se najvećim delom vezuje za hemoglobin u crvenim krvnim zrncima.*

92 *Antihipertenzivni lekovi su lekovi koji se koriste za snižavanje povišenog krvnog pritiska.*

Kada je reč o respiratornom traktu, slani rastvori imaju i lokalni efekat na nosnu sluzokožu kada se primenjuju za ispiranje. Ispiranje nosa razređuje sekret, mehanički uklanja deo alergena i čestica sa površine sluzokože i podstiče mukocilijarni transport.[93] U manjem istraživanju rastvor soli Mrtvog mora ublažio je pojedine simptome rinosinuzitisa,[94] ali efekti nisu značajno drugačiji od brojnih komercijalnih preparata sličnog sastava.

Topla voda, uzgon i mogućnost sporog, kontrolisanog izvođenja pokreta mogu privremeno **smanjiti bol, ukočenost i mišićnu napetost**. Takvo rasterećenje može olakšati pokret osobama sa osteoartritisom i drugim bolnim stanjima koja ograničavaju vežbanje na čvrstoj podlozi, što je dokumentovano u studijama koje su obuhvatile pacijente sa reumatoidnim, psorijaznim i degenerativnim artritisom. Kod dela pacijenata efekti su se održavali još nekoliko nedelja ili meseci po završetku boravka. Pretpostavlja se da se najveći deo koristi ostvaruje zajedničkim delovanjem toplote, uzgona, kretanja, odmora i smanjenja mišićne napetosti, pa se slični mehanički i termički efekti mogu postići vežbanjem u običnoj zagrejanoj vodi, posebno u okviru programa koji vodi fizioterapeut.

U terapijske svrhe primenjuje se i **mineralno blato Mrtvog mora**, najčešće u obliku obloga i kupki kod reumatskih oboljenja praćenih bolom i hroničnih kožnih promena. Njegov fiziološki efekat prvenstveno potiče od sposobnosti da postepeno prenosi i duže zadržava toplotu. Lokalno zagrevanje širi krvne sudove, povećava prokrvljenost površinskih tkiva, smanjuje mišićnu napetost i može privremeno ublažiti bol i ukočenost.

Na koži blato deluje i mehanički. Može ukloniti deo površinskih ljuspica, vezivati višak sebuma[95] i privremeno promeniti hidraciju rožastog sloja. Njegovi **kozmetički efekti** zato se prvenstveno odnose na izgled i svojstva površinskih slojeva kože, dok prisutne mineralne soli mogu dodatno uticati na njenu teksturu i osećaj glatkoće.

Treba napomenuti da se za terapijsku primenu koriste preparati proverenog hemijskog sastava i mikrobiološkog kvaliteta, jer prirodno, neprečišćeno blato može sadržati nepoželjne hemijske primese i mikroorganizme. Pri primeni je potrebno prilagoditi temperaturu blata, trajanje tretmana i veličinu tretirane površine stanju kože i opštem zdravstvenom stanju osobe.

93 *Mukocilijarni transport je mehanizam čišćenja disajnih puteva u kojem treplje na površini ćelija pomeraju sluz sa zarobljenim česticama i mikroorganizmima prema ždrelu.*

94 *Rinosinuzitis je zapaljenje sluzokože nosa i paranazalnih sinusa, vazdušnih šupljina u kostima oko nosne duplje.*

95 *Sebum je masni sekret lojnih žlezda koji podmazuje kožu i dlake i doprinosi zaštiti njihove površine.*

ZDRAVSTVENI RIZICI BORAVKA NA MORU

Među zdravstvenim rizicima boravka na moru izdvajaju se infekcije povezane sa kupanjem u mikrobiološki kontaminiranoj vodi i izlaganje toksinima morskih algi. Rizici prekomernog izlaganja UV zračenju i visokim temperaturama biće detaljno razmotreni u narednim poglavljima.

Kupanje u mikrobiološki kontaminiranoj morskoj vodi može dovesti do izlaganja bakterijama, virusima i protozoama.[96] Ovi uzročnici u more mogu dospeti putem komunalnih otpadnih voda i površinskog oticanja sa zemljišta zagađenog ljudskim ili životinjskim izmetom. Infekcija može nastati slučajnim gutanjem vode ili pri njenom kontaktu sa sluzokožom i oštećenom kožom. Među najčešćim posledicama je akutni gastroenteritis, praćen mučninom, povraćanjem, bolovima u stomaku i dijarejom, a mogu se javiti i infekcije spoljašnjeg uha, oka i kože. Pojedine bakterije, poput vrsta roda *Vibrio*, prirodno žive u priobalnim vodama i mogu izazvati infekciju ako dospeju u otvorenu ranu. Rizik od fekalnog zagađenja raste posle obilnih padavina i izlivanja kanalizacionih voda, a zagađenje se može duže zadržavati na mestima sa slabom izmenom vode. Zato treba pratiti rezultate kontrole kvaliteta vode i poštovati zabrane kupanja i upozorenja nadležnih službi.

Poseban problem predstavljaju **štetna cvetanja mikroskopskih algi**. Toksini pojedinih vrsta mogu biti prisutni u vodi i morskom aerosolu ili se nagomilavati u školjkama i ribama, a njihovo prisustvo nije uvek praćeno uočljivom promenom boje vode. Primer su brevetoksini koje stvara dinoflagelata *Karenia brevis*, čije cvetanje može izazvati pojavu poznatu kao crvena plima. Udisanje aerosola koji sadrži ove toksine može izazvati iritaciju očiju i grla, kašalj, stezanje u grudima i suženje disajnih puteva. Kod osoba sa astmom simptomi mogu biti izraženiji i dugotrajniji. Ozbiljnija trovanja toksinima algi najčešće nastaju unosom kontaminiranih školjki ili ribe i, u zavisnosti od toksina, mogu izazvati gastrointestinalne, neurološke i kardiovaskularne poremećaje. Mnogi od ovih toksina ne menjaju izgled, miris ni ukus hrane i ne uništavaju se uobičajenom termičkom obradom. Zbog toga treba pratiti zvanična upozorenja o štetnim cvetanjima algi i bezbednosti morske hrane.

96 *Protozoe su jednoćelijski organizmi sa ćelijskim jedrom, među kojima postoje i parazitske vrste koje mogu izazvati bolesti kod ljudi.*

2.2. SUNČEVO ZRAČENJE, FOTOPROTEKCIJA I ODRŽIVOST

O UV filterima danas je neophodno govoriti odgovorno, uz istovremeno uvažavanje dve činjenice koje se u javnim raspravama često neopravdano suprotstavljaju:

1. da je **prekomerno izlaganje ultraljubičastom zračenju nesumnjivo štetno** i da zaštita od sunca predstavlja jednu od najvažnijih mera prevencije opekotina, fotostarenja, lokalne imunosupresije i malignih oboljenja kože, ali i
2. da **se UV filteri međusobno razlikuju** u pogledu hemijske strukture, spektra apsorpcije, fotostabilnosti,[97] mogućnosti prodiranja kroz kožu, postojanosti u životnoj sredini i potencijalnih bioloških efekata.

Razmatranje bezbednosti pojedinačnih sastojaka zaštitnih preparata zato ne bi trebalo da preraste u osporavanje potrebe za fotoprotekcijom, kao što ni nesumnjiva korist zaštite od UV zračenja ne isključuje potrebu da se sastav i osobine različitih filtera kritički procenjuju.

Sunčevo zračenje koje dopire do površine Zemlje obuhvata infracrveno zračenje, koje u velikoj meri doživljavamo kao toplotu, vidljivu svetlost, koju registruje ljudsko oko, i ultraljubičasto zračenje, koje čulima neposredno ne opažamo, ali koje, iako nosi manji deo ukupne energije sunčevog zračenja koje dospeva do tla, izaziva značajne biološke efekte. Ultraljubičasti deo spektra deli se na **UVA zračenje** talasnih dužina približno od 315 do 400 nm, UVB zračenje od 280 do 315 nm i **UVC zračenje** od 100 do 280 nm. Među njima, fotoni UVC zračenja imaju najveću energiju, ali molekulski kiseonik i ozon ovo zračenje praktično u potpunosti apsorbuju u atmosferi, tako da prirodno sunčevo UVC zračenje ne dopire do površine Zemlje. U atmosferi se apsorbuje i veliki deo UVB zračenja, dok UVA čini najveći deo ultraljubičastog zračenja kojem je čovek izložen. UVA zračenje prodire dublje u kožu, sve do dermisa,[98] gde podstiče oksidativna oštećenja,[99] promene kolagena i elastina i razvoj fotostarenja. UVB najveći deo energije predaje epidermisu, u kojem izaziva direktna oštećenja DNK, eritem i opekotine, doprinosi imunosupresiji i nastanku malignih promena, ali istovremeno omogućava sintezu vitamina D. Iako su njihovi relativni doprinosi različiti, i UVA i UVB učestvuju u razvoju raka kože, zbog čega delotvorna zaštita mora obuhvatiti oba dela spektra.

97 *Fotostabilnost je sposobnost supstance da zadrži svoja hemijska svojstva i funkciju tokom izlaganja svetlosti. Kod UV filtera podrazumeva očuvanje zaštitnog dejstva tokom izlaganja sunčevom zračenju.*

98 *Dermis je sloj kože ispod epidermisa, koji sadrži krvne sudove, nerve, žlezde i vezivna vlakna. Kolagena vlakna daju koži čvrstinu, a elastična omogućavaju njeno istezanje i vraćanje u prvobitni oblik.*

99 *Oksidativna oštećenja nastaju kada reaktivni oblici kiseonika i druge reaktivne čestice menjaju strukturu lipida, proteina i DNK. Antioksidansi su supstance koje ograničavaju takve reakcije i doprinose zaštiti ćelija.*

Ukupna doza UV zračenja koju koža primi zavisi od intenziteta zračenja i trajanja izlaganja. Na intenzitet utiču godišnje doba, geografska širina, doba dana, nadmorska visina, količina ozona, oblačnost i refleksija od snega, vode i peska, pri čemu ni oblačno vreme ne pruža potpunu zaštitu. Značajnu zaštitnu ulogu ima **stratosferski ozon**, koji apsorbuje veliki deo biološki štetnog UV zračenja. Nasuprot tome, pri tlu je ozon zagađujuća materija čije udisanje može oštetiti disajne puteve. Tokom druge polovine dvadesetog veka ozonski omotač bio je ozbiljno ugrožen hlorofluorougljenicima i srodnim jedinjenjima koja su se koristila u rashladnim uređajima, kao potisni gasovi u aerosolnim proizvodima, u proizvodnji penastih materijala i za druge industrijske namene. Međunarodno koordinisanim postepenim ukidanjem ovih supstanci u okviru Montrealskog protokola omogućeno je smanjenje njihovog opterećenja atmosfere i oporavak ozonskog omotača. On još nije u potpunosti obnovljen, a antarktička ozonska rupa i dalje se sezonski formira. Ipak, dugoročni podaci ukazuju na postepeni oporavak, uz znatne razlike između pojedinih godina. Ukoliko postojeće politike ostanu na snazi, povratak na vrednosti iz 1980. godine očekuje se oko 2040. u većem delu sveta, oko 2045. nad Arktikom i oko 2066. nad Antarktikom.

Klimatske promene mogu dodatno menjati obrasce izloženosti UV zračenju, ali njihov uticaj nije jednostavan niti svuda jednak, jer zavisi od promena u oblačnosti, stratosferskom ozonu, koncentraciji aerosola, temperaturi i ponašanju stanovništva. Više temperature i duži periodi pogodnog vremena mogu podstaći češći i duži boravak ljudi na otvorenom, dok promene oblačnosti i atmosferskog sastava mogu u pojedinim oblastima promeniti količinu UV zračenja na površini Zemlje. Zbog toga se zdravstveno opterećenje povezano sa izlaganjem suncu u pojedinim populacijama može povećavati, čak i bez ravnomernog porasta UV intenziteta u svim regionima.

Rizik od štetnog dejstva UV zračenja nije ograničen na sunčanje na morskoj obali, već može biti izražen i u planinskom, zimskom, nautičkom i avanturističkom turizmu, pri čemu se sa porastom nadmorske visine skraćuje put zračenja kroz atmosferu i smanjuje njegova apsorpcija. Kao praktično pravilo navodi se da intenzitet UV zračenja raste približno 10-12% na svakih 1 000 metara nadmorske visine. Merenja u Alpima tokom vedrih letnjih dana pokazala su porast UVA zračenja od približno 9%, a eritemski delotvornog zračenja, odnosno zračenja procenjenog prema sposobnosti izazivanja crvenila kože, od oko 18% na 1 000 metara. U jednom istraživanju na skijalištu na približno 2 000 metara nadmorske visine, maksimalne vrednosti UV zračenja izmerene na horizontalnoj površini bile su 20-30% više nego na uporednoj lokaciji na maloj nadmorskoj visini. Dodatnom izlaganju doprinosi **refleksija zračenja** od okolnih površina, a njihov albedo, odnosno udeo zračenja koji reflektuju, zavisi od vrste, vlažnosti,

boje i strukture podloge. Na primer, trava reflektuje približno 2-3% UV zračenja, pesak oko 10%, dok sneg, u zavisnosti od svežine i čistoće, može reflektovati od približno polovine do gotovo 90% zračenja koje na njega pada. Refleksija od vode promenljiva je i naročito zavisi od ugla pod kojim zraci padaju na površinu, talasa i prisustva morske pene. Zbog istovremenog delovanja direktnog, rasutog i reflektovanog zračenja, skijaši, planinari, jedriličari i drugi turisti koji duže borave na vodi mogu primiti veliku dozu UV zračenja i kada temperatura vazduha nije visoka. Zato je, uz zaštitu očiju, lica i usana, potrebno zaštititi i kožu ispod brade i nosa, do koje dopire reflektovano zračenje.

Najjasnije potvrđen neposredni povoljan efekat UVB zračenja jeste pokretanje **sinteze vitamina D u koži**. Pod dejstvom zračenja 7-dehidroholesterol se pretvara u provitamin D_3, koji zatim termičkom transformacijom prelazi u vitamin D_3, neophodan za održavanje metabolizma kalcijuma, mineralizaciju kostiju i normalnu funkciju mišićno-koštanog sistema. Međutim, duže izlaganje suncu ne dovodi do neograničenog povećavanja količine vitamina D, jer se provitamin D_3 i vitamin D_3 pod dejstvom zračenja pretvaraju i u biološki neaktivne fotoproizvode. Produžavanje sunčanja zato povećava oštećenje kože, a ne obezbeđuje proporcionalno povećanje koncentracije vitamina D u cirkulaciji. Dnevna svetlost ima i značajnu ulogu u regulisanju cirkadijalnog ritma i raspoloženja, ali se taj efekat prvenstveno ostvaruje preko vidljive svetlosti koja deluje na oko i centralni nervni sistem.

Kontrolisano UV zračenje može imati i terapijsko dejstvo kod pojedinih **zapaljenskih bolesti kože**, što se naročito jasno vidi kod psorijaze, kod koje UVB usporava prekomerno umnožavanje epidermalnih ćelija i lokalno smanjuje aktivnost imunskih procesa odgovornih za nastanak psorijatičnih promena. Zbog toga se uskopojasna UVB fototerapija primenjuje kao medicinski nadziran postupak, ali njena delotvornost ne znači da se obolelima može preporučiti nekontrolisano sunčanje, budući da se terapijska doza, talasna dužina i trajanje izlaganja u fototerapiji precizno određuju. Kod nekih oblika ekcema fototerapija takođe može ublažiti promene, dok toplota, intenzivno znojenje, opekotine ili pojedini sastojci zaštitnih preparata mogu izazvati pogoršanje. Reakcija zato zavisi od vrste bolesti, načina izlaganja i individualne osetljivosti kože.

ZDRAVSTVENE POSLEDICE IZLAGANJA UV ZRAČENJU

Prekomerno izlaganje UV zračenju može izazvati neposredna oštećenja, dok se druge posledice razvijaju usled ponavljanog izlaganja tokom života.

1. **Rak kože**. Maligni tumori kože predstavljaju jednu od najčešćih grupa malignih bolesti. Bazocelularni i planocelularni karcinomi znatno su učestaliji od melanoma, koji ima izraženiju sklonost metastaziranju[100] i može ugroziti život. Često navođena procena da se u Sjedinjenim Američkim Državama dijagnostikuje više slučajeva raka kože nego raka dojke, prostate, pluća i debelog creva zajedno zasniva se pre svega na uključivanju izuzetno brojnih nemelanomskih karcinoma. Oni se ne registruju uvek na isti način kao drugi maligni tumori, ali njihova učestalost ilustruje veliko javnozdravstveno opterećenje koje predstavljaju. Prema podacima Svetske zdravstvene organizacije, u svetu je 2020. godine dijagnostikovano približno 1,2 miliona novih **nemelanomskih karcinoma kože** i oko 325 000 melanoma, pri čemu je izlaganje UV zračenju njihov glavni spoljašnji faktor rizika. **Melanom**[101] se može javiti i kod mlađih osoba, iako njegova učestalost u celini raste sa godinama. Prema podacima organizacije *Cancer Research UK* za 2019, 2021. i 2022. godinu, u Ujedinjenom Kraljevstvu godišnje je u proseku registrovano približno 19 400 novih slučajeva melanoma. Prema tim podacima, melanom je peti najčešći malignitet u ukupnoj populaciji, sa približno sličnim brojem obolelih žena i muškaraca. Kod muškaraca najčešće nastaje na trupu, a kod žena na donjim ekstremitetima, što verovatno delom odražava razlike u obrascima izlaganja kože suncu. Ista organizacija procenjuje da je približno 86% slučajeva melanoma u Ujedinjenom Kraljevstvu povezano sa prekomernim izlaganjem UV zračenju i da bi se moglo sprečiti smanjenjem takvog izlaganja.

   Izlaganje UV zračenju i opekotine, naročito tokom detinjstva i adolescencije, povećavaju kasniji rizik od razvoja melanoma. Rizik zavisi i od nasledne predispozicije, broja i izgleda mladeža, fototipa kože, porodične anamneze i stanja imunskog sistema. Posebnu pažnju zaštiti zato treba posvetiti kod dece i adolescenata, osoba svetle kože koje lako dobijaju pege i opekotine, osoba sa brojnim ili atipičnim mladežima, porodičnom istorijom melanoma ili ponovljenim opekotinama u detinjstvu. Dodatni oprez potreban je i kod osoba koje uzimaju lekove ili primenjuju preparate

100 *Metastaziranje je širenje malignih ćelija iz prvobitnog tumora u druge delove tela, gde mogu nastati nova tumorska žarišta, odnosno metastaze.*

101 *Melanom je maligni tumor koji nastaje iz melanocita, ćelija koje stvaraju pigment melanin. Najčešće se javlja na koži, ali može nastati i u drugim tkivima koja sadrže melanocite.*

koji povećavaju osetljivost kože na svetlost. Sama upotreba šminke ne povećava nužno tu osetljivost, ali pojedini mirisni i biljni sastojci, kao i određeni lekovi, mogu izazvati fototoksične ili fotoalergijske reakcije.[102] Preparati sa alfa-hidroksi kiselinama mogu povećati osetljivost kože na UV zračenje, dok retinol i drugi retinoidi[103] mogu izazvati iritaciju, naročito na početku primene. Pri njihovoj upotrebi potrebni su odgovarajuća fotoprotekcija i poštovanje uputstava za primenu.

Posebno je značajan obrazac povremenog intenzivnog izlaganja, karakterističan za osobe koje najveći deo godine provode u zatvorenom prostoru ili u područjima sa nižim UV indeksom,[104] a zatim tokom kratkog odmora na mediteranskoj, tropskoj ili suptropskoj destinaciji izlože velike površine kože jakom zračenju tokom više uzastopnih dana. Takvo izlaganje, naročito kada dovodi do opekotina, epidemiološki je povezano sa melanomom. Objedinjena analiza 57 istraživanja pokazala je da je povremeno intenzivno izlaganje bilo povezano sa približno 61% većim rizikom od melanoma, dok je kod osoba koje su ranije imale opekotine rizik bio približno dvostruko veći nego kod onih koje ih nisu imale.

Istraživanja pokazuju da pravilna i redovna upotreba preparata za zaštitu od sunca širokog spektra smanjuje pojavu opekotina, aktiničkih keratoza i planocelularnih karcinoma. Dugotrajno praćenje učesnika istraživanja iz Australije ukazuje i na moguću zaštitu od melanoma. Pojedini raniji opservacioni nalazi, prema kojima su korisnici zaštitnih preparata imali jednaku ili čak veću učestalost melanoma, mogu se delom objasniti time što ove preparate češće koriste osobe svetlije puti i većeg početnog rizika. Značaj može imati i kompenzacija rizika, odnosno produžavanje boravka na suncu zbog osećaja zaštićenosti.

Upotreba cigareta i unos alkohola ne ubrajaju se u glavne faktore rizika za melanom. Pojedina istraživanja ipak ukazuju na moguću povezanost većeg unosa alkohola sa umereno povećanim rizikom, ali nije opravdano tvrditi da ove navike u kombinaciji sa sunčanjem jednostavno umnožavaju štetno dejstvo UV zračenja.

102 *Fototoksične i fotoalergijske reakcije nastaju zajedničkim delovanjem svetlosti i određene supstance. Fototoksična reakcija predstavlja neposredno oštećenje tkiva i često liči na pojačanu opekotinu od sunca, dok fotoalergijska uključuje imunski odgovor i obično se ispoljava svrabom i promenama nalik ekcemu.*

103 *Retinoidi su grupa jedinjenja koja obuhvata vitamin A i njegove prirodne i sintetičke derivate. Utiču na rast i sazrevanje ćelija, a koriste se u lečenju pojedinih kožnih bolesti i ublažavanju znakova fotostarenja.*

104 *UV indeks je brojčani pokazatelj intenziteta ultraljubičastog zračenja na površini Zemlje, prilagođen njegovoj sposobnosti da izazove crvenilo kože. Veća vrednost označava veći rizik od oštećenja pri nezaštićenom izlaganju.*

2. **Prevremeno starenje i druga oštećenja kože**. Hronično izlaganje suncu dovodi do fotostarenja, koje se ispoljava gubitkom elastičnosti, suvoćom i grubošću kože, neujednačenom pigmentacijom, proširenim površinskim krvnim sudovima i nastankom dubokih bora. UVA zračenje posebno doprinosi oštećenju kolagena i elastičnih vlakana u dermisu, dok kumulativno izlaganje UVA i UVB zračenju može dovesti do solarne elastoze, odnosno nagomilavanja strukturno izmenjenog elastičnog materijala u koži. Aktiničke keratoze pojavljuju se kao grube, ljuspaste, crvenkaste ili smeđe promene na hronično izloženim delovima tela. Smatraju se prekanceroznim lezijama, jer se neke od njih mogu razviti u planocelularni karcinom. U literaturi se često navodi da izlaganje kože UV zračenju može biti odgovorno za veoma veliki udeo, po pojedinim procenama i do 90%, vidljivih promena koje se pripisuju starenju kože, mada preciznu proporciju nije moguće potpuno odvojiti od uticaja hronološkog starenja, pušenja, zagađenja i drugih činilaca.
3. **Katarakta i druga oštećenja oka**. UV zračenje može izazvati akutni fotokeratitis i fotokonjunktivitis, odnosno zapaljenje rožnjače i vežnjače. Kumulativno izlaganje doprinosi nastanku katarakte i pojedinih malignih tumora oka i okolnih struktura. Kataraktu karakteriše postepeno zamućenje očnog sočiva, koje dovodi do slabljenja vida, a bez lečenja može dovesti i do slepila. Svetska zdravstvena organizacija procenjuje da se do 10% slučajeva katarakte može pripisati prekomernom izlaganju UV zračenju. Delotvornu zaštitu pružaju naočare sa potvrđenom zaštitom od UVA i UVB zračenja, po mogućstvu u kombinaciji sa šeširom širokog oboda. Sama zatamnjenost stakala nije pokazatelj njihove sposobnosti da zaustave UV zračenje. Naime, tamna stakla bez odgovarajućeg filtera smanjuju količinu vidljive svetlosti i šire zenicu, pa mogu omogućiti da u oko prodre više nefiltriranog UV zračenja nego pri nošenju sertifikovanih naočara.
4. **Imunosupresija**. Intenzivno izlaganje UV zračenju oštećuje DNK i strukturne komponente kože, ali menja i funkciju lokalnih imunskih ćelija, stvaranje signalnih molekula i sposobnost kože da prepozna i ukloni oštećene, inficirane ili maligno izmenjene ćelije. Takvo smanjenje imunskog odgovora delom objašnjava terapijsko dejstvo kontrolisanog UV zračenja kod psorijaze i pojedinih drugih zapaljenskih bolesti. Pri prekomernom izlaganju, međutim, ono može doprineti reaktivaciji latentnih virusnih infekcija, poput herpesa na usnama, i oslabiti imunski nadzor nad maligno izmenjenim ćelijama, čime učestvuje u nastanku raka kože.

Australijsko istraživanje o zaštiti od raka kože i fotostarenja

Važni eksperimentalni dokazi o dugoročnoj koristi redovne fotoprotekcije potiču iz australijskog istraživanja sprovedenog u Namburu, koje je obuhvatilo 1 621 odraslu osobu. Učesnici su nasumično raspoređeni na svakodnevno nanošenje preparata širokog spektra sa faktorom zaštite od sunca SPF 15+ na kožu glave, vrata, ruku i šaka ili na korišćenje zaštitnog preparata prema sopstvenom nahođenju. Tokom četiri i po godine intervencije, stopa pojavljivanja novih planocelularnih karcinoma na tretiranim delovima kože bila je približno 39% niža u grupi sa svakodnevnom primenom. Praćenjem koje je nastavljeno do deset godina nakon završetka intervencije zabeleženo je 11 novih melanoma u grupi prvobitno raspoređenoj na svakodnevnu zaštitu, naspram 22 u grupi koja je preparate koristila prema sopstvenom nahođenju. U posebnoj analizi 903 učesnika mlađa od 55 godina, zasnovanoj na objektivnoj proceni mikroreljefa kože nadlanice, izgledi za napredovanje znakova fotostarenja tokom četiri i po godine bili su približno 24% manji kod osoba koje su preparat koristile svakodnevno. Ovi nalazi podržavaju značaj dosledne fotoprotekcije za smanjenje dugoročnih oštećenja kože.

Ultraljubičastom zračenju izlažemo se tokom čitavog života, a veliki deo njegovih posledica nastaje kumulativno. Zaštita kože zato je sastavni deo prevencije fotostarenja, prekanceroznih promena i malignih oboljenja, i potrebna je u svim okolnostima značajne izloženosti. **Preparati za zaštitu od sunca treba da dopune zaštitu** koju pružaju hladovina, odeća, šešir i naočare, naročito na delovima tela koji se ne mogu pokriti, **a ne da služe produžavanju sunčanja**. Njihovo dejstvo zasniva se na UV filterima, koji se prema hemijskoj prirodi uobičajeno dele na neorganske, odnosno mineralne, i organske filtere. Mineralni filteri tradicionalno se nazivaju „fizičkim", a organski „hemijskim", iako su i jedni i drugi hemijske supstance.

MINERALNI I ORGANSKI UV FILTERI

Najvažniji neorganski filteri jesu **cink-oksid** i **titanijum-dioksid**, koji se tradicionalno opisuju kao čestice koje stvaraju fizičku prepreku i poput ogledala odbijaju sunčeve zrake, mada savremena ispitivanja pokazuju da i oni UV zaštitu ostvaruju prvenstveno apsorpcijom zračenja, dok su refleksija i rasejanje svetlosti dodatni mehanizmi čiji značaj zavisi od veličine čestica i sastava preparata. Nakon apsorpcije fotona, apsorbovana energija najvećim delom pretvara se u toplotu, slično kao kod organskih filtera, ali se zbog čestične prirode ovih materijala deo vidljive svetlosti istovremeno rasejava, usled čega klasične formulacije sa mineralnim filterima mogu ostaviti gust, beo trag na koži. Upotrebom mikronizovanih i nanočestica[105] ovaj estetski nedostatak može se znatno umanjiti, mada bezbednost takvih formulacija zavisi i od načina primene. Posebnu pažnju zahteva njihova primena u proizvodima iz kojih se nanočestice mogu udahnuti, poput pojedinih sprejeva.

Organski UV filteri predstavljaju raznovrsnu grupu jedinjenja čiji molekuli apsorbuju zračenje određenih talasnih dužina i kratkotrajno prelaze u energetski pobuđeno stanje. Pri povratku u osnovno stanje apsorbovana energija oslobađa se u obliku toplote ili zračenja manje energije. Budući da pojedinačni filter ne pokriva podjednako čitav UVA i UVB opseg, u savremenim preparatima kombinuje se više jedinjenja kako bi se postigla zaštita širokog spektra. Međutim, organski filteri se međusobno znatno razlikuju po veličini molekula, rastvorljivosti u vodi ili mastima, stabilnosti pod uticajem svetlosti i sposobnosti prolaska kroz kožnu barijeru.

Stepen zaštite od pojave crvenila kože izražava se **faktorom zaštite od sunca, odnosno vrednošću SPF**, koja predstavlja odnos doze UV zračenja potrebne da izazove minimalno primetno crvenilo kože zaštićene preparatom i doze koja isti efekat izaziva na nezaštićenoj koži, u standardizovanim uslovima ispitivanja. Zbog toga SPF 30 ne znači jednostavno da osoba može bezbedno ostati na suncu trideset puta duže, iako se tako pojednostavljeno objašnjava efekat zaštite, jer vreme nastanka opekotine zavisi i od intenziteta zračenja, doba dana, geografske širine, tipa kože, znojenja, kupanja, trenja i količine nanetog preparata. U idealnim laboratorijskim uslovima SPF 15 propušta približno 6,7% eritemski delotvornog UVB zračenja, SPF 30 oko 3,3%, a SPF 50 oko 2%, što se često izražava tvrdnjom da ovi preparati zadržavaju približno 93%, 97% i 98% takvog zračenja. Razlika između SPF 30 i SPF 50 mala je kada se izrazi procentom zadržanog zračenja, ali SPF 50 u standardnim uslovima propušta približno 40% manje eritemski delotvornog UV zračenja nego preparat sa SPF 30. SPF se prvenstveno odnosi na zaštitu od UVB zračenja, pa je za potpuniju zaštitu neophodno izabrati preparat širokog spektra, sa jasno označenom zaštitom i od UVA zraka.

105 *Nanočestice su čestice koje imaju bar jednu dimenziju približno između 1 i 100 nanometara. Nanometar je milijarditi deo metra, a veoma mala veličina čestica može menjati njihova optička, hemijska i biološka svojstva.*

Deklarisana vrednost SPF utvrđuje se pri nanošenju približno 2 mg preparata po kvadratnom centimetru kože, što za celokupnu površinu tela prosečne odrasle osobe odgovara količini od oko 35 mL, odnosno približno sedam čajnih kašičica, dok većina korisnika u praksi nanosi znatno manje i time ostvaruje niži stepen zaštite od navedenog na pakovanju. Preparat treba ravnomerno naneti na sve izložene delove kože, a nanošenje ponavljati približno svaka dva sata i nakon kupanja, obilnog znojenja ili brisanja peškirom, jer čak ni proizvodi označeni kao vodootporni ne zadržavaju nepromenjenu zaštitu tokom dužeg boravka u vodi.

Pitanje bezbednosti organskih filtera dobija dodatni značaj zbog toga što se oni danas ne koriste isključivo u proizvodima namenjenim sunčanju, već se, radi zaštite kože ili samog proizvoda od razgradnje pod dejstvom svetlosti, mogu nalaziti i u dnevnim kremama, puderima, ruževima za usne, parfemima, šamponima, regeneratorima, lakovima za nokte i drugim proizvodima za svakodnevnu negu, čime se povećava učestalost i ukupno trajanje izloženosti. Pojedini filteri i njihovi metaboliti[106] detektovani su u urinu, serumu, majčinom mleku, placenti i krvi pupčanika, što potvrđuje da koža za neke od ovih molekula nije apsolutno nepropustljiva prepreka, ali njihovo prisustvo u biološkom uzorku samo po sebi još ne dokazuje da je pri utvrđenoj koncentraciji došlo do štetnog dejstva na zdravlje. Posebnu pažnju ipak zahteva izloženost tokom trudnoće, jer je razvoj fetalnog nervnog i endokrinog sistema naročito osetljiv na spoljašnje uticaje.

Dok su ranija istraživanja bila uglavnom usmerena na moguću **estrogenu i antiandrogenu aktivnost UV filtera**[107] i njihove efekte na reprodukciju, pregled Greco i saradnika iz 2025. godine sistematizovao je podatke koji ukazuju da pojedina organska jedinjenja mogu uticati i na sintezu, transport, metabolizam ili delovanje **hormona štitaste žlezde**, odnosno na regulatornu osu hipotalamus-hipofiza-štitasta žlezda. Dokazi, međutim, nisu podjednako jaki na svim nivoima: za pojedine filtere postoje izraženi efekti u ćelijskim kulturama i životinjskim modelima, dok su podaci kod ljudi ograničeni, neujednačeni ili zasnovani na povezanosti između izloženosti i koncentracije hormona, bez mogućnosti da se samo na toj osnovi potvrdi uzročno-posledična veza.

Među najviše proučavanim jedinjenjima nalaze se benzofenoni BP-1, BP-2, BP-3 i BP-4, koji su u eksperimentalnim sistemima pokazali mogućnost uticaja na različite mehanizme regulacije funkcije štitaste žlezde. BP-1 je u ćelijskim i životinjskim modelima menjao stvaranje proteina uključenih u odgovor na tireostimulišući i tiroidne hormone, dok je u ranim razvojnim stadijumima riba

106 *Metaboliti su proizvodi hemijskih promena koje neka supstanca pretrpi u organizmu. Mogu biti manje aktivni, podjednako aktivni ili aktivniji od početnog jedinjenja.*

107 *Estrogena aktivnost označava sposobnost supstance da izazove dejstvo slično dejstvu estrogena, dok antiandrogena aktivnost označava ometanje dejstva androgena, među kojima je testosteron.*

dovodio do smanjenja T3 i T4;[108] ipak, iako je detektovan u urinu oko 70% ispitanih trudnica u drugom trimestru, pri utvrđenim koncentracijama nije pronađena povezanost sa koncentracijama slobodnog T4 i TSH kod tih trudnica. BP-2 je pokazao sposobnost inhibicije aktivnosti tiroidne peroksidaze, enzima neophodnog za ugradnju joda i sintezu hormona štitaste žlezde, dok je kod životinja izloženih visokim dozama, uključujući ponavljanu primenu preko kože, zabeleženo smanjenje koncentracija T3 i T4 i povećanje koncentracije TSH, ali odgovarajući epidemiološki podaci kod ljudi još ne postoje. Najobimniji podaci postoje za BP-3, odnosno oksibenzon, kod kojeg su promene tiroidnih hormona i njihove regulacije uočene u više životinjskih modela, dok su u američkom istraživanju NHANES više koncentracije u urinu bile povezane sa nižim ukupnim T3 i slobodnim T4, pri čemu je povezanost bila izraženija kod muškaraca. U kontrolisanom istraživanju sa ponavljanim nanošenjem preparata koji je sadržao po 10% BP-3, OMC i 4-MBC, BP-3 je registrovan u krvnoj plazmi već jedan do dva sata nakon prvog nanošenja, a bio je merljiv i pri merenju 96 sati od početka ispitivanja. BP-4 je u razvojnim modelima uticao na procese uključene u embrionalno formiranje i funkcionisanje štitaste žlezde, a detektovan je i u ljudskoj placenti, ali njegov uticaj na funkciju štitaste žlezde kod ljudi nije neposredno ispitan. Ovi nalazi benzofenone izdvajaju kao važnu grupu za dalje praćenje, ali istovremeno pokazuju da se eksperimentalno utvrđena sposobnost ometanja hormonskih procesa mora razlikovati od dokaza da uobičajena izloženost kod ljudi izaziva klinički ispoljenu bolest.

Od derivata kamfora najviše pažnje privukao je 4-MBC, kod kojeg su u životinjskim istraživanjima zabeleženi smanjeno preuzimanje joda, porast TSH, pad T4 i promene veličine štitaste žlezde, dok kratkotrajna istraživanja kod ljudi, uprkos potvrđenoj apsorpciji kroz kožu, nisu pokazala značajno narušavanje regulacije funkcije štitaste žlezde. Za srodni 3-BC podaci su znatno oskudniji i u dostupnim životinjskim studijama nisu potvrđeni štetni efekti na štitastu žlezdu, iako je jedinjenje pronađeno u ljudskoj placenti. Oktinoksat, poznat i kao OMC, u pojedinim eksperimentima na životinjama smanjivao je TSH, T3 i T4 ili menjao preuzimanje joda, dok u sedmodnevnom istraživanju sa 32 dobrovoljca, koji su nanosili preparat sa 10% OMC, BP-3 i 4-MBC nisu utvrđene značajne promene T3, T4 niti proteina koji ih prenose kroz krv. Homosalat je u ćelijskim i životinjskim modelima pokazao mogućnost uticaja na štitastu žlezdu, uz razlike koje su zavisile od pola i faze razvoja, a detektovan je u plazmi, urinu, majčinom mleku i placenti, mada još nema odgovarajućih epidemioloških studija posebno osmišljenih da procene njegovo dejstvo na štitastu žlezdu kod ljudi.

108 *T3, T4 i TSH su oznake za hormone uključene u regulaciju rada štitaste žlezde. T3, odnosno trijodtironin, i T4, odnosno tiroksin, utiču na metabolizam, rast i razvoj. TSH, odnosno tireostimulišući hormon, luči hipofiza i njime podstiče štitastu žlezdu da stvara i oslobađa svoje hormone.*

Kad je u pitanju **regulatorni status** ovih supstanci, BP-1 i BP-2 **u Evropskoj uniji** nisu dozvoljeni kao aktivni UV filteri, dok je primena BP-3 ograničena prema vrsti proizvoda: koncentracija do 6% dopuštena je u kremama za lice i ruke i proizvodima za usne, dok je u preparatima za telo i sprejevima dozvoljena znatno niža koncentracija, do 2,2%, odnosno do 1,7% ukoliko se dodatnih 0,5% koristi za zaštitu same formulacije od svetlosti. Važeća procena Evropskog naučnog komiteta za bezbednost potrošača pritom navodi da su dokazi da je BP-3 endokrini disruptor[109] još neubedljivi i delimično protivrečni, iako su dovoljni da opravdaju oprez, niže koncentracije u proizvodima koji se nanose na velike površine tela i dalja istraživanja.

Upotreba 4-MBC u kozmetičkim proizvodima zabranjena je u Evropskoj uniji, pa novi proizvodi koji ga sadrže nisu smeli biti stavljani na tržište nakon 1. maja 2025. godine, dok od 1. maja 2026. takvi proizvodi više ne smeju biti dostupni potrošačima. Homosalat je ograničen na proizvode namenjene licu, osim aerosolnih sprejeva, u maksimalnoj koncentraciji od 7,34%, što predstavlja veliko smanjenje u odnosu na ranije dozvoljenu primenu do 10%, dok je oktinoksat i dalje dozvoljen u Evropskoj uniji u okviru propisanih koncentracija. Takav selektivan pristup pokazuje da organski UV filteri ne čine jedinstvenu grupu sa istim toksikološkim osobinama, jer se njihova **dozvoljena upotreba menja u skladu sa njihovom sposobnošću prodiranja kroz kožu**, ukupnom izloženošću, kvalitetom eksperimentalnih i epidemioloških dokaza i postojanjem bezbednijih tehnoloških alternativa.

Procena bezbednosti UV filtera ne završava se njihovim dejstvom na ljudski organizam, budući da deo sastojaka dospeva u otpadne vode tokom tuširanja, a ako se pri prečišćavanju ne ukloni dovoljno efikasno, može dospeti u površinske vode i sedimente. Pojedini organski filteri pokazali su postojanost, sposobnost nakupljanja u tkivima i toksično dejstvo na morske alge, beskičmenjake, ribe i korale, pri čemu su u eksperimentalnim istraživanjima oksibenzon, oktinoksat i oktokrilen povezivani sa poremećajem fotosinteze simbiotskih algi,[110] oštećenjem koralnih larvi, promenama u rastu i razvoju, povećanom sklonošću izbeljivanju i smanjenim preživljavanjem. Stvarni **ekološki rizik**, međutim, ne zavisi samo od toga da li određena supstanca može izazvati štetan efekat u laboratoriji, već i od koncentracije koja se dostiže u prirodnoj sredini, intenziteta turističkog opterećenja, temperature vode, dubine, intenziteta njenog strujanja, razgradnje pod uticajem svetlosti i istovremenog prisustva drugih zagađivača, zbog čega su naročito osetljive zatvorene lagune, plitki zalivi i intenzivno posećena kupališta uz koralne grebene.

109 *Endokrini disruptor je supstanca ili smeša koja remeti funkcionisanje hormonskog sistema i time izaziva štetne posledice po zdravlje organizma ili njegovog potomstva.*

110 *Simbiotske alge žive u tkivima korala i fotosintezom stvaraju organske materije koje korali koriste, dok od njih dobijaju zaklon i hranljive materije. Gubitak ovih algi ili njihovih pigmenata dovodi do izbeljivanja korala.*

Ekološka zabrinutost ubrzala je donošenje restriktivnih mera u turističkim područjima u kojima očuvanost morskih ekosistema ima veliki ekološki i ekonomski značaj. Palau je od 1. januara 2020. godine zabranio unošenje, proizvodnju, uvoz i prodaju preparata koji sadrže bilo koji od deset sastojaka koji su označeni kao štetni za grebene, među kojima su oksibenzon, oktinoksat, oktokrilen i 4-MBC, dok je na Havajima od 1. januara 2021. zabranjena prodaja i distribucija preparata sa oksibenzonom i oktinoksatom bez lekarskog recepta. Aruba je zabranila proizvode sa oksibenzonom. Oznake poput *reef safe* i *reef friendly* ipak ne predstavljaju jedinstvenu, međunarodno usaglašenu kategoriju i same po sebi ne garantuju da je proizvod ekološki neškodljiv, budući da se kriterijumi razlikuju među proizvođačima i tržištima. Zbog toga je u blizini koralnih grebena kao osetljivih ekosistema pouzdanije proveriti spisak sastojaka i lokalne propise, a dospevanje preparata u vodu dodatno smanjiti zaštitnom odećom i poštovanjem uputstva o vremenu nanošenja pre ulaska u vodu.

Oksibenzon u turističkim zalivima i njegovo dejstvo na korale

Prisustvo oksibenzona u turističkim zalivima i njegovo dejstvo na korale ispitivali su Downs i saradnici. U studiji su istovremeno ispitivani toksični efekti oksibenzona na koralne larve i ćelije korala, kao i koncentracije ovog filtera u turistički posećenim zalivima na Američkim Devičanskim ostrvima i Havajima (Downs et al., 2016). U vodama na ostrvu Sent Džon, uključujući Trunk Bay i Hawksnest Bay, koncentracije su se kretale od 75 µg/L do približno 1,4 mg/L, dok su na ispitivanim havajskim lokalitetima dostizale do 19,2 µg/L, čime su se vrednosti iz prirodne sredine preklapale sa koncentracijama pri kojima su u laboratoriji registrovani biološki efekti. Oksibenzon je kod koralnih larvi izazivao dozno zavisno izbeljivanje, deformacije zbog kojih su pokretne larve postajale nepokretne, prerano stvaranje skeleta i povećanje stepena oštećenja DNK, dok su u testovima na ćelijama različitih vrsta korala pojedini efekti zabeleženi već pri koncentracijama od 0,062 µg/L. Kasnije istraživanje zaliva Hanauma utvrdilo je koncentracije od 0,136 do 27,88 µg/L dok je hidrodinamičko modelovanje ukazalo na mogućnost višesatnog zadržavanja oksibenzona u zalivu nakon njegovog dospevanja u vodu. Ovi radovi postali su važan naučni osnov za razmatranje ograničenja pojedinih UV filtera u destinacijama sa osetljivim koralnim ekosistemima, iako se propadanje grebena ne može pripisati samo preparatima za sunčanje, već na taj proces istovremeno utiču i zagrevanje mora, otpadne vode, eutrofikacija,[111] sedimentacija i drugi pritisci.

111 Eutrofikacija je obogaćivanje vode hranljivim materijama, naročito jedinjenjima azota i fosfora. Može podstaći prekomeran rast algi i, tokom razgradnje nagomilane organske materije, smanjenje količine rastvorenog kiseonika.

Američka uprava za hranu i lekove (FDA) proceni organskih UV filtera pristupa drugačije od evropskih regulatornih tela. Naime, u Sjedinjenim Američkim Državama preparati za zaštitu od sunca regulišu se kao **lekovi koji se izdaju bez recepta**, pa se njihovi aktivni sastojci i uslovi primene uređuju odgovarajućom regulatornom monografijom. FDA je za cink-oksid i titanijum-dioksid zaključila da postoji dovoljno podataka koji podržavaju njihovu bezbednost i delotvornost pri propisanim uslovima primene, dok je za više tradicionalnih organskih filtera, među kojima su oksibenzon, avobenzon, homosalat, oktinoksat, oktokrilen i oktisalat, zatražila potpunije podatke o prolasku kroz kožu, koncentracijama koje se nakon primene postižu u krvi, metabolizmu, dugotrajnoj upotrebi, reproduktivnoj i razvojnoj toksičnosti i mogućem endokrinom dejstvu. Na primer, bemotrizinol se već dugo koristi u Evropskoj uniji i na drugim tržištima, dok je u SAD uvršten na listu dozvoljenih aktivnih sastojaka preparata za zaštitu od sunca 9. juna 2026. godine.

Tehnološki razvoj savremenih preparata usmeren je prema UV filterima koji omogućavaju zaštitu širokog spektra, ostaju stabilni tokom izlaganja sunčevoj svetlosti i, zahvaljujući veličini molekula, rastvorljivosti ili čestičnoj strukturi, u maloj meri prolaze kroz očuvanu kožnu barijeru. Među njima se izdvajaju bemotrizinol, poznat pod zaštićenim nazivom Tinosorb S, metilen-bis-benzotriazolil-tetrametilbutilfenol, odnosno Tinosorb M, etilheksil-triazon ili Uvinul T 150, dietilamino-hidroksibenzoil-heksil-benzoat, poznat kao Uvinul A Plus, tereftaliliden-dikamfor-sulfonska kiselina ili Mexoryl SX, drometrizol-trisiloksan, odnosno Mexoryl XL, kao i fenilen-bis-difeniltriazin, poznat pod zaštićenim nazivom TriAsorB. Njihova prednost ne zasniva se samo na apsorpciji UVA ili UVB zračenja, već i na mogućnosti da se pažljivim kombinovanjem postigne ravnomerna zaštita širokog spektra, uz manju potrebu za visokim koncentracijama fotonestabilnih molekula i smanjenu mogućnost njihovog prolaska u dublje slojeve kože i sistemsku cirkulaciju.

Proizvodi koji se prodaju na regulisanim tržištima i imaju jasno naveden sastav, odgovarajuće oznake zaštite i podatke o proizvođaču pružaju veću sigurnost od preparata nepoznatog porekla, falsifikovanih proizvoda ili kozmetike koja se prodaje putem kanala bez odgovarajuće regulatorne i tržišne kontrole. Proizvođači mogu menjati formulacije i pre formalne zabrane određenog sastojka, ali ni naziv brenda ni reklamna tvrdnja poput „prirodno“, „čisto“ ili „bez hemikalija“ ne predstavljaju zamenu za toksikološku procenu i ispitivanje gotovog proizvoda.

Razvijaju se i sistemi u kojima se organski filteri vezuju za nosače ili inkapsulišu u čestice, sa ciljem da se zadrže u površinskim slojevima kože, zaštite od fotodegradacije i postepeno oslobađaju bez dospevanja u sistemsku cirkulaciju.

U eksperimentalnim i manjim kliničkim istraživanjima mikroenkapsulacija[112] pojedinih filtera smanjivala je njihovo prodiranje u kožu bez bitnog umanjenja zaštitnog efekta, ali takav rezultat zavisi od građe nosača, jer određeni lipozomi i druge čestice, ukoliko su napravljeni da povećaju prolazak aktivne supstance kroz kožu, mogu imati upravo suprotno dejstvo. Bezbednost nanoformulacije procenjuje se za konkretnu kombinaciju filtera, nosača, veličine čestica i načina primene, pri čemu posebnu pažnju zahtevaju sprejevi i puderi u prahu kod kojih postoji mogućnost udisanja.

Pored pasivnog sprečavanja prodora UV zračenja, ispituju se i oblici takozvane **aktivne fotoprotekcije**, u kojima se klasičnim filterima dodaju antioksidansi ili enzimi sposobni da ubrzaju popravku već nastalih oštećenja DNK. Fotolijaza i T4 endonukleaza V mogu se inkapsulisati u lipozome[113] kako bi dospele do epidermalnih ćelija, a u manjim kontrolisanim istraživanjima preparati sa ovim enzimima smanjivali su obim oštećenja DNK izazvanih UV zračenjem i pokazivali povoljne efekte kod osoba sa aktiničkim keratozama ili naslednom predispozicijom za nastanak raka kože. Ovakvi sistemi mogu predstavljati dopunu zaštiti, ali ne mogu poništiti posledice nekontrolisanog izlaganja niti zameniti delotvoran UV filter, jer reparacioni mehanizmi nisu neograničeni i ne mogu pouzdano ispraviti svako oštećenje pre nego što ono postane trajna mutacija.

Zaštita mora biti usklađena sa uzrastom i drugim individualnim faktorima. **Bebe mlađe od šest meseci** prvenstveno treba držati van direktnog sunca i zaštititi hladovinom, laganom odećom koja pokriva kožu i odgovarajućim šeširom, jer je njihova koža tanja, odnos površine tela i telesne mase veći, a sposobnost regulisanja telesne temperature slabija nego kod odraslih. Ukoliko hladovina i odeća nisu dovoljne, na malu nepokrivenu površinu kože može se, uz savet pedijatra, naneti ograničena količina preparata. Kod dece starije od šest meseci preporučuje se preparat širokog spektra, otporan prema vodi i sa zaštitnim faktorom od najmanje 30, dok se proizvodi sa cink-oksidom i titanijum-dioksidom često biraju za malu decu i osetljivu kožu zato što ređe izazivaju peckanje i iritativne reakcije.

Preparat širokog spektra sa SPF najmanje 30 opravdan je **za odrasle i decu stariju od šest meseci** kada je UV indeks 3 ili viši, dok je SPF 50 ili viši naročito prikladan pri dužem boravku na otvorenom, na moru, snegu ili većoj nadmorskoj visini, kao i kod dece, osoba veoma svetle puti, osoba koje imaju veliki broj mladeža ili atipične mladeže, ličnu ili porodičnu istoriju raka kože, aktiničke

112 *Inkapsulacija je postupak zatvaranja aktivne supstance unutar omotača ili nosača radi njene zaštite i kontrolisanja oslobađanja. Kada se koriste čestice mikrometarskih dimenzija, postupak se naziva mikroenkapsulacija.*

113 *Lipozomi su sitne vezikule omeđene jednim ili više lipidnih dvoslojeva, sličnih ćelijskim membranama. Koriste se kao nosači aktivnih supstanci, koje mogu zaštititi i olakšati njihovo dopremanje do određenih ćelija ili slojeva kože.*

keratoze, oslabljeni imunitet ili bolesti praćene fotosenzitivnošću. Viši stepen zaštite potreban je i osobama koje uzimaju lekove koji mogu povećati osetljivost kože na svetlost, među kojima se nalaze pojedini tetraciklinski i fluorohinolonski antibiotici, tiazidni i drugi diuretici, određeni nesteroidni antiinflamatorni lekovi, retinoidi i drugi fotosenzibilišući preparati, pri čemu se terapija ne prekida samoinicijativno, već se pojačava zaštita i, kada je potrebno, traži savet lekara ili farmaceuta. Kod starijih osoba potreba za intenzivnijom zaštitom ne proizlazi samo iz istanjenosti kože, već pre svega iz višedecenijskog kumulativnog oštećenja, češće pojave prekanceroznih promena i upotrebe većeg broja lekova.

Najbolji preparat je onaj koji pruža proverenu UVA i UVB zaštitu, odgovara tipu i osetljivosti kože i dovoljno je prijatan za primenu da se nanosi u potrebnoj količini i da se nanošenje redovno ponavlja. Mineralna formulacija koja ostavlja beli trag koji korisniku smeta i zbog toga se nanosi u pretankom sloju može u praksi pružiti slabiju zaštitu od dobro podnošljive organske formulacije, kao što ni vrlo visok SPF ne može nadoknaditi propuštene delove kože, skidanje preparata vodom i peškirom ili višesatno izlaganje u periodu najintenzivnijeg zračenja. Zaštitna odeća, šešir širokog oboda, naočare sa odgovarajućim UV filterom i hladovina istovremeno smanjuju i izloženost kože i količinu kozmetičkog preparata koja se ispira u životnu sredinu, pa doprinose zaštiti zdravlja i smanjenju opterećenja vodenih ekosistema UV filterima.

2.3. EKSTREMNE VRUĆINE KAO ZDRAVSTVENI IZAZOVI

Ekstremna vrućina postaje jedan od najvažnijih, ali i najpotcenjenijih zdravstvenih izazova savremenog doba. Javnozdravstveni značaj toplotnih talasa dodatno povećavaju tri globalna procesa:

- **starenje stanovništva**, uz visoku zastupljenost hroničnih bolesti,
- **povećavanje gustine izgradnje** u urbanim sredinama, i
- **globalno zagrevanje**.

U javnosti se ekstremna vrućina najčešće povezuje sa dramatičnom slikom toplotnog udara. Toplotni udar jeste najteži ishod izlaganja velikoj toploti, ali veliki deo zdravstvenog opterećenja nastaje i bez razvoja toplotnog udara, kroz pogoršanje postojećih kardiovaskularnih, bubrežnih, respiratornih i metaboličkih bolesti, gubitak tečnosti, poremećaje prokrvljenosti organa, porast viskoznosti krvi, zapaljenski odgovor i smanjenje fiziološke rezerve organizma.[114] Zato je preciznije reći da ekstremna vrućina ne nosi samo rizik od toplotnog udara, već predstavlja faktor stresa za čitav organizam.

Posebno su **ugrožene starije osobe i hronični bolesnici**, jer su kod njih već oslabljeni fiziološki mehanizmi koji omogućavaju prilagođavanje na toplotu. Kod starijih osoba znojenje je slabije, krvni sudovi kože se teže šire, osećaj žeđi i toplote je smanjen, bubrežni protok je niži, a kardiovaskularna rezerva ograničena. Zbog toga su oplotni talasi povezani sa većom učestalošću infarkta miokarda, aritmija, tromboza, oštećenja bubrega, pogoršanja respiratornih bolesti i dekompenzacije hroničnih oboljenja.

Wee i saradnici (2023) ukazuju na to da pri proceni rizika tokom toplotnog talasa treba uzeti u obzir i postojeće bolesti i **lekove koje pacijent redovno uzima**. Kod starijih osoba pojedini lekovi i njihove kombinacije mogu dodatno povećati rizik, naročito kada se kombinuju dehidracija, fizički napor, srčana slabost, hronična bolest bubrega i boravak u pregrejanom prostoru. Na primer, SGLT2 inhibitori koji se koriste u lečenju dijabetesa i srčane slabosti pojačavaju izlučivanje glukoze i vode preko bubrega, pa tokom vrućine mogu doprineti smanjenju zapremine cirkulišuće krvi, padu pritiska, vrtoglavici i akutnom oštećenju bubrega, posebno ako se uzimaju zajedno sa diureticima.[115] ACE inhibitori i blokatori angiotenzinskih receptora utiču na renin-angiotenzin-

114 *Fiziološka rezerva je sposobnost organa i organizma da povećaju svoj rad iznad uobičajenog nivoa kada se pojave dodatni zahtevi, poput fizičkog napora, bolesti ili izlaganja vrućini.*

115 *Diuretici su lekovi koji povećavaju izlučivanje soli i vode preko bubrega. Koriste se, između ostalog, za lečenje povišenog krvnog pritiska i smanjenje zadržavanja tečnosti u organizmu.*

aldosteronski sistem,[116] pa mogu oslabiti bubrežnu i hormonsku adaptaciju na gubitak tečnosti. Beta-blokatori ograničavaju porast srčane frekvencije i mogu smanjiti sposobnost organizma da poveća minutni volumen[117] i protok krvi kroz kožu, čime se otežava prenos toplote iz unutrašnjosti tela ka spoljašnjoj sredini. Antiholinergički lekovi[118] mogu smanjiti znojenje i time ograničiti hlađenje organizma isparavanjem znoja. Zato je istovremena upotreba više lekova, odnosno polifarmacija, važan deo procene rizika kod starijih osoba i hroničnih bolesnika.

ŠTA SE ZAPRAVO DEŠAVA U TELU?

Na prvi pogled moglo bi se pomisliti da su groznica i porast telesne temperature tokom izlaganja velikoj spoljašnjoj toploti slična stanja, jer se u oba slučaja registruje povišena telesna temperatura. Međutim, njihova biološka osnova je suštinski različita. Kod **groznice**, koja najčešće prati infekciju ili zapaljenski odgovor, organizam kontrolisano podiže temperaturu tako što pirogeni citokini[119] podstiču sintezu prostaglandina E_2 u centralnom nervnom sistemu, a prostaglandin E2 povisuje zadatu vrednost telesne temperature u hipotalamusu.[120] Drugim rečima, telo tada ne trpi pasivno porast temperature, već aktivno podešava svoj unutrašnji termostat na višu vrednost.

Zbog toga se kod groznice javljaju mehanizmi čuvanja i stvaranja toplote. Krvni sudovi kože se sužavaju, smanjuje se odavanje toplote ka spoljašnjoj sredini, javlja se drhtavica, a osoba subjektivno oseća hladnoću iako telesna temperatura već raste. To je razlog zbog koga se pacijent sa groznicom često pokriva, drhti i ima osećaj jeze, jer telo pokušava da dostigne novu, višu zadatu temperaturu. Antipiretici, kao što su paracetamol i nesteroidni antiinflamatorni lekovi, smanjuju sintezu prostaglandina i time vraćaju unutrašnji termostat na normalnu vrednost, nakon čega organizam ponovo može da aktivira mehanizme odavanja toplote.

Međutim, kod **toplotnog udara** situacija je potpuno drugačija. Kod hipertermije usled izlaganja toploti ili intenzivnog fizičkog napora zadata vrednost telesne temperature nije povišena već temperatura raste zato što stvaranje i primanje toplote premašuju mogućnost njenog odavanja. Zato se toplotni udar ne može razumeti kao „groznica od sunca" ili kao stanje u kome treba farmakološki spustiti pogrešno podešen termostat.

116 *Renin-angiotenzin-aldosteronski sistem je sistem hormonske regulacije krvnog pritiska i ravnoteže soli i vode. Njegova aktivacija podstiče sužavanje krvnih sudova i zadržavanje natrijuma i vode u bubrezima.*

117 *Minutni volumen srca je zapremina krvi koju srce ispumpa u cirkulaciju tokom jednog minuta. Zavisi od broja otkucaja i količine krvi izbačene pri svakom otkucaju.*

118 *Antiholinergički lekovi su lekovi koji blokiraju dejstvo acetilholina, jednog od prenosilaca signala između nervnih ćelija i organa. Pojedini lekovi iz ove grupe mogu smanjiti lučenje pljuvačke i znoja.*

119 *Pirogeni citokini su signalni proteini koji učestvuju u imunskom odgovoru i podstiču porast telesne temperature tokom infekcije ili zapaljenja.*

120 *Hipotalamus je deo mozga koji učestvuje u regulaciji telesne temperature, žeđi, gladi, sna i lučenja hormona.*

Prvi veliki kompenzatorni odgovor na toplotu jeste **širenje krvnih sudova kože**. Time se veća količina krvi preusmerava ka površini tela kako bi se toplota predala spoljašnjoj sredini. Istovremeno se **pojačava znojenje**, jer je isparavanje znoja jedan od najvažnijih mehanizama hlađenja. Međutim, ova dva mehanizma imaju cenu, pa znojenje dovodi do gubitka tečnosti i elektrolita, dok širenje krvnih sudova kože doprinosi preraspodeli krvi i smanjenju njene zapremine u centralnom delu cirkulacije. Srce zato mora da radi brže i snažnije kako bi održalo krvni pritisak i obezbedilo prokrvljenost mozga, bubrega, jetre, creva i samog miokarda.

Chaseling i saradnici (2021) navode da kod mladih zdravih osoba minutni volumen srca pri blagoj do umerenoj hipertermiji raste sa oko 4-5 L/min na 7-8 L/min, a pri težem zagrevanju može dostići 10-13 L/min. Puls se povećava za 30-40 otkucaja u minuti, a kod težeg zagrevanja i za 50-60 otkucaja u minuti ili više. Kod starijih osoba taj odgovor je znatno slabiji, pa je porast minutnog volumena tokom zagrevanja oko 50% manji nego kod mladih, pre svega zbog slabijeg porasta srčane frekvencije. Zato ista spoljašnja temperatura kod starijih i osoba sa kardiovaskularnim bolestima predstavlja mnogo veći hemodinamski izazov[121] nego kod mladih i zdravih osoba. Kako navode, tokom toplotnih talasa u Čikagu 1995. i 1999. godine prethodno postojeće srčano oboljenje bilo je povezano sa 4 do 7 puta većim rizikom od kardiovaskularne smrti.

Mogu se izdvojiti dva važna mehanizma kardiovaskularnog oštećenja tokom izlaganja toploti. U prvom slučaju, **toplota povećava srčanu frekvenciju, snagu kontrakcije i ukupni rad srca**, pa raste potreba miokarda za kiseonikom. Kod osobe sa očuvanom koronarnom cirkulacijom[122] povećana potreba miokarda za kiseonikom može biti zadovoljena većim dotokom krvi, ali kod osoba sa koronarnom bolešću, hipertrofijom miokarda,[123] srčanom slabošću ili poremećajima ritma rezerva je ograničena. Tada povećana potreba za kiseonikom, uz smanjen centralni volumen krvi i moguću hipotenziju, može dovesti do infarkta miokarda, aritmija ili dekompenzacije srčane slabosti.

U drugom slučaju, **dehidracija smanjuje zapreminu krvi,** povećava hemokoncentraciju, odnosno koncentraciju krvnih ćelija i drugih sastojaka krvi, uz porast njene viskoznosti, dok toplotni stres i endotelna disfunkcija mogu doprineti aktivaciji trombocita i poremećajima koagulacije.[124] U takvim

121 *Hemodinamika obuhvata kretanje krvi kroz srce i krvne sudove, uključujući krvni pritisak, protok i otpor koji krvni sudovi pružaju proticanju krvi.*

122 *Koronarna cirkulacija je cirkulacija krvi kroz krvne sudove koji snabdevaju srčani mišić kiseonikom i hranljivim materijama.*

123 *Hipertrofija miokarda je povećanje mase srčanog mišića usled uvećanja njegovih mišićnih ćelija, najčešće praćeno zadebljanjem zida srčane komore.*

124 *Trombociti su sitni ćelijski fragmenti u krvi koji učestvuju u zaustavljanju krvarenja. Koagulacija je proces zgrušavanja krvi, tokom kojeg nastaje mreža fibrina, proteina koji učvršćuje krvni ugrušak.*

uslovima krv postaje gušća, protok kroz male krvne sudove otežan, a sklonost ka trombozi veća. Ovaj mehanizam je naročito važan kod starijih osoba, pacijenata sa aterosklerozom,[125] dijabetesom, hroničnom bubrežnom bolešću ili prethodnim kardiovaskularnim problemima.

Jaswal i saradnici (2026) opisuju kako izražena hipertermija, kada mehanizmi odavanja toplote postanu nedovoljni, može pokrenuti niz poremećaja koji uključuju dehidraciju, pad centralnog volumena krvi, slabiju prokrvljenost mozga, bubrega, creva i jetre, oksidativni stres, poremećaje koagulacije i mogućnost višestrukog otkazivanja organa. Teška hipertermija, dakle, nije samo visoka temperatura tela, već stanje u kome se istovremeno narušavaju cirkulacija, metabolizam, ćelijske membrane, endotel, koagulacija i imunski odgovor.

Posebno važnu ulogu ima gastrointestinalni sistem. Kada se krv preusmerava ka koži radi hlađenja, creva ostaju slabije prokrvljena. Toplota i smanjen dotok krvi oštećuju **crevnu barijeru** i slabe međućelijske veze koje normalno sprečavaju prodor bakterijskih produkata iz creva u cirkulaciju. Kada crevna barijera popusti, bakterijski endotoksini[126] mogu dospeti u krvotok, dok oštećene ćelije oslobađaju molekule koji dodatno podstiču zapaljenski odgovor. Tako gastrointestinalni sistem može pri izlaganju toploti postati jedan od važnih pokretača sistemskog zapaljenskog odgovora.

Zbog toga kod ekstremne vrućine nije dovoljno čekati znake klasičnog toplotnog udara. Intervencija mora početi ranije, pre nego što se razviju konfuzija, kolaps ili temperatura jezgra iznad kritičnih vrednosti. **Iscrpljenost, žeđ, slabost, vrtoglavica, ubrzan puls i smanjeno mokrenje** mogu ukazivati na to da organizam sve teže podnosi toplotno opterećenje.

Iako se zdravstvene posledice vrućine najčešće objašnjavaju kroz kardiovaskularno opterećenje, toplotni talasi predstavljaju značajan rizik i za respiratorno zdravlje. Pregledni rad *Zhu* i saradnika (2025), koji je obuhvatio 28 preglednih radova i ukupno 1 218 pojedinačnih studija, najčvršći dokazi odnose se na povećanu smrtnost od respiratornih bolesti tokom vrućine i toplotnih talasa, naročito kod starijih od 65 godina, dece i osoba sa hroničnim plućnim bolestima.

Među pojedinačnim respiratornim oboljenjima, astma je najviše proučavana, a nalazi o njenoj povezanosti sa izlaganjem toploti su najdosledniji, posebno kod dece. Pogoršanju mogu doprineti neposredno dejstvo toplog vazduha na disajne puteve i prateći faktori, poput povišenih koncentracija ozona i veće izloženosti polenu, dimu od požara, prašini i drugim česticama.

125 *Ateroskleroza je proces stvaranja naslaga u zidovima arterija, koje sadrže lipide, zapaljenske ćelije i vezivno tkivo. Ove naslage mogu suziti arterije, a njihovo pucanje može pokrenuti stvaranje krvnog ugruška.*

126 *Bakterijski endotoksini su sastojci spoljašnje membrane pojedinih bakterija koji, kada dospeju u krvotok, mogu pokrenuti snažan zapaljenski odgovor u celom organizmu.*

PROFESIONALNI RIZIK I POVREDE NA RADU

Manje očigledna, ali veoma značajna posledica izlaganja visokim temperaturama jeste **porast rizika od povreda na radu**. *Jaswal* i saradnici (2026), pozivajući se na podatke iz literature, navode da prekomerna toplota doprinosi gotovo **23 miliona povreda na radu godišnje širom sveta**. Taj podatak pokazuje da se teret ekstremne vrućine ne meri samo mortalitetom i hospitalizacijama, već i padom radne sposobnosti, češćim greškama, povredama i opterećenjem sistema zaštite na radu.

Rad *Alahmada* i saradnika (2025) pokazuje da se ove povrede u evidencijama ne označavaju kao povezane sa toplotom već se najčešće vode kao uobičajene povrede na radu. Autori su analizirali 845 014 povreda evidentiranih u sistemu za prijavljivanje povreda američke Uprave za bezbednost i zdravlje na radu (OSHA) tokom 2023. godine, dok su za širu nacionalnu procenu koristili podatke o ukupno 2 368 900 povreda u privatnom sektoru SAD tokom iste godine.

Pokazano je da rizik od povrede počinje da raste već pri toplotnom indeksu od 29,4 °C, a naglo se povećava iznad 32,2 °C. Navedene vrednosti odnose se na spoljašnji toplotni indeks na lokaciji radnog mesta koji je u ovom kontekstu važniji od same temperature vazduha, jer pored temperature uključuje i vlažnost, pa bolje odražava stvarno toplotno opterećenje organizma. U odnosu na referentnu vrednost od 26,7 °C, rizik od povrede bio je veći za 3% pri 32,2 °C, za 6% pri 35,0 °C, za 10% pri 37,8 °C, za 15% pri 40,6 °C i za 20% pri 43,3 °C. Drugim rečima, rizik ne počinje tek pri ekstremnim, gotovo nepodnošljivim temperaturama, već raste u opsegu koji tokom leta predstavlja deo radnog ambijenta.

Važan nalaz ovog rada jeste da povećani rizik nije ograničen na rad na otvorenom prostoru. Očekivano su pogođeni radnici u poljoprivredi, građevinarstvu, transportu, skladištenju i upravljanju otpadom, ali je značajan porast rizika zabeležen i u proizvodnim pogonima, gde se rad uglavnom odvija u zatvorenom prostoru. U toj grupi rizik od povrede bio je veći za 17% pri 37,8 °C, za 25% pri 40,6 °C i za čak 34% pri 43,3 °C. Time se dovodi u pitanje uobičajena pretpostavka da su toplotnom riziku izloženi pre svega radnici na suncu. Pregrejane hale, skladišta, radionice, kuhinje, transportni prostori i objekti sa lošom ventilacijom takođe mogu predstavljati radno okruženje visokog rizika.

Objašnjenje ovog fenomena ne leži samo u fiziološkom pregrevanju organizma. Mnogo pre pojave toplotnog udara, visoke temperature mogu narušiti koordinaciju pokreta, ravnotežu, mišićnu izdržljivost, brzinu reakcije, pažnju, pamćenje, obradu informacija i procenu rizika. Radnik tada ne mora imati simptome toplotnog udara, ali može sporije reagovati, lošije proceniti opasnost,

izgubiti preciznost pokreta ili napraviti grešku pri rukovanju opremom. Takve greške mogu dovesti do padova, posekotina, nagnječenja, povreda mišića i udaraca o predmete ili delove opreme.

Posebnu pažnju privlači analiza **regulatornih mera**. *Alahmad* i saradnici (2025) uporedili su američke savezne države koje su 2023. godine imale posebne propise za zaštitu radnika od visokih temperatura, među kojima su Kalifornija, Kolorado, Minesota, Oregon i Vašington, sa državama koje takve propise nisu imale. Pri toplotnom indeksu od 40,6 °C rizik od povrede bio je povećan za 16% u državama bez posebnih mera zaštite, naspram 8% u državama koje su ih primenjivale. Pri 43,3 °C razlika je bila još izraženija: 22% prema 9%. Niže procene porasta rizika u državama sa posebnim propisima ukazuju na mogući zaštitni doprinos organizovanih mera.

Mere prevencije nisu složene, ali moraju biti sistematske. One uključuju postepenu aklimatizaciju radnika, obezbeđivanje dostupne vode za piće, redovne pauze, pristup hladu ili rashlađenim prostorijama, prilagođavanje tempa rada, obuku za prepoznavanje ranih simptoma toplotnog opterećenja i unapred definisane procedure za periode ekstremnih vrućina. Njihov značaj nije samo u sprečavanju toplotnog udara, već i u očuvanju koncentracije, koordinacije, brzine reakcije i sposobnosti bezbednog rukovanja opremom.

Još jedan zanimljiv nalaz jeste da odnos između temperature i učestalosti povreda **ima oblik slova U**. To znači da je učestalost povreda povećana i pri visokim i pri niskim vrednostima posmatranog pokazatelja toplotnih uslova. Ipak, s obzirom na sve češće, duže i intenzivnije toplotne talase, visoke letnje temperature postaju sve važniji faktor profesionalnog rizika, posebno u sektorima u kojima se **fizički napor, zaštitna odeća, loša ventilacija, zračenje toplote iz opreme i nedostatak odmora** deluju udruženo i povećavaju toplotno opterećenje. U ovim okolnostima, zaštita od visokih temperatura nije pitanje komfora, već deo prevencije povreda, očuvanja radne sposobnosti i zaštite zdravlja zaposlenih. Odatle se otvara sledeće pitanje: koliko sam prostor u kome se živi i radi, od materijala i ventilacije do gustine izgradnje, može da pojača ili ublaži toplotni rizik?

STRATEGIJE ZAŠTITE

Rizik od visokih temperatura ne može se procenjivati samo prema apsolutnoj vrednosti na termometru. Ista temperatura nema isti efekat u suvoj i vlažnoj sredini, u ozelenjenom i betonom prekrivenom delu grada, niti u domaćinstvu sa klimatizacijom i u pregrejanom stanu bez mogućnosti efikasnog hlađenja. Zato se toplotni rizik mora posmatrati kroz kombinaciju spoljašnje temperature, vlažnosti vazduha, lokalne adaptacije, starosti stanovništva, urbanizacije, kvaliteta stanovanja i dostupnosti rashlađenih prostora.

Na nivou pojedinca, **klimatizacija** ostaje najefikasnija mera zaštite, ali ona ne može biti jedini odgovor na ekstremne vrućine. Prema podacima koje navode *Jay* i saradnici (2021), manje od jedne trećine domaćinstava u svetu tada je imalo klima-uređaj, što znači da veliki deo populacije mora da se oslanja na jednostavnije i jeftinije mere hlađenja. U takve mere spadaju unos tečnosti, smanjenje fizičkog napora, boravak u hladu ili rashlađenom prostoru, upotreba ventilatora u odgovarajućim uslovima, kvašenje kože, nošenje mokre odeće i potapanje stopala u vodu. Ventilator može biti koristan do oko 40 °C kod mladih zdravih osoba i do oko 38 °C kod zdravih starijih osoba, ali se ne preporučuje u veoma toplim i suvim uslovima, naročito kada je temperatura iznad 40 °C, a vlažnost ispod 10%, jer tada može dodatno pojačati toplotni i kardiovaskularni stres. Drugim rečima, ventilator pojačava strujanje vazduha i isparavanje, ali sam ne snižava temperaturu vazduha u prostoriji. U tim situacijama, kvašenje kože može smanjiti toplotno i kardiovaskularno opterećenje i potrebu za znojenjem, čime se ograničava gubitak telesne tečnosti.

Ipak, individualne mere imaju ograničen domet ako je prostor u kome ljudi žive i rade stalno pregrejan. Zato *Jay* i saradnici (2021) posebno naglašavaju značaj **zgrada i građevinskih materijala** u smanjenju zdravstvenih posledica ekstremne vrućine. Toplota u unutrašnji prostor ulazi provođenjem kroz krovove, zidove i podove, kao i direktnim sunčevim zračenjem kroz prozore. Zbog toga zaštita od vrućine ne može početi tek uključivanjem klima-uređaja, već mora početi od same zgrade, od boje, refleksivnosti, izolacije, zastakljivanja i mogućnosti prirodne ventilacije.

Posebno važnu ulogu imaju **krovovi i spoljašnje površine zgrada**, jer tamne spoljašnje površine apsorbuju veći deo sunčevog zračenja, dok slaba toplotna izolacija olakšava prenos toplote u unutrašnjost zgrade. Autori izdvajaju reflektujuće krovove, koji odbijaju veći deo sunčevog zračenja i time smanjuju zagrevanje zgrade. Još napredniji su tzv. *super-cool* premazi, koji kombinuju visoku refleksiju kratkotalasnog sunčevog zračenja sa sposobnošću da emituju dugotalasno toplotno zračenje kroz atmosferski prozor.[127] Takvi materijali mogu ostvariti neto gubitak toplote zračenjem do približno 96 W/m^2 i pasivni dnevni efekat hlađenja do oko 9 stepeni.

Izolacija zidova i krovova predstavlja drugu ključnu meru, jer smanjuje provođenje toplote iz spoljašnje sredine u unutrašnjost zgrade. Ona je naročito važna u starim, energetski neefikasnijim objektima i u naseljima gde stanovnici nemaju pristup klimatizaciji. **Kvalitetno zastakljivanje, zaštitne folije, spoljašnje tende, roletne, kapci i zavese** smanjuju direktan ulazak sunčevog zračenja,

127 *Atmosferski prozor je opseg infracrvenog zračenja koji atmosfera relativno dobro propušta.*

posebno na fasadama koje su tokom leta najviše izložene suncu. Prirodna poprečna ventilacija je važan element pasivnog hlađenja onda kada je spoljašnji vazduh hladniji od unutrašnjeg. Kada su otvori na zgradi postavljeni tako da koriste dominantne letnje vetrove, povećava se strujanje vazduha kroz prostor, što ne mora da snizi unutrašnju temperaturu ali čini boravak prijatnijim.

Međutim, ni građevinski materijali ne deluju izolovano od okruženja. **Reflektujući premazi** na fasadama i ulicama u gustoj urbanoj sredini mogu odbijati sunčevo zračenje ka susednim zgradama ili pešacima, pa nisu uvek jednako korisni kao na krovovima. **Zeleni zidovi i vegetacija** na zgradama mogu smanjiti temperaturu površina i količinu zračenja koje prodire u objekat, ali zahtevaju održavanje, vodu i pažljivo projektovanje. Zbog toga se zgrade moraju posmatrati kao deo šireg urbanog sistema, a ne kao odvojene jedinice koje se pojedinačno hlade.

Na nivou zajednice, *Turkar* i saradnici (2026) u pregledu radova izdvajaju **zelenu i plavu infrastrukturu** kao intervenciju kojom se menja sama izloženost stanovništva toploti. U zelenu infrastrukturu ubrajaju parkove, drvorede, očuvane vegetacione površine, zelene krovove i zelene zidove, dok plava infrastruktura obuhvata reke, jezera, močvare, obalne zone i druge vodene površine. Vegetacija doprinosi hlađenju stvaranjem hlada i evapotranspiracijom, koja obuhvata isparavanje vode sa zemljišta i biljnih površina i transpiraciju biljaka,[128] dok vodene površine utiču na lokalnu temperaturu isparavanjem i razmenom toplote sa okolnim vazduhom. Zato gusto ozelenjeni delovi grada i prostori blizu vode mogu ublažiti efekat urbanog toplotnog ostrva[129] za razliku od gusto izgrađenih površina od betona, asfalta i tamnih krovova. Prema podacima koje autori navode, drveće i parkovi u kanadskim gradovima smanjivali su temperaturu vazduha i do 5,5 °C, a temperaturu površina i do 15 °C. Zeleni krovovi snižavali su ambijentalnu temperaturu za približno 2,9 °C, zeleni zidovi značajno su smanjivali temperaturu fasada, dok su vodene površine imale rashladni efekat koji se širio nekoliko stotina metara od obale.

128 *Transpiracija je otpuštanje vode iz biljaka u obliku vodene pare, pretežno preko sitnih pora na listovima. Doprinosi hlađenju biljaka i okolnog prostora.*

129 *Urbano toplotno ostrvo je pojava viših temperatura u izgrađenim delovima grada nego u okolnim, manje izgrađenim područjima. Nastaje zbog upijanja i zadržavanja toplote u građevinskim materijalima, manjka vegetacije i dodatnog oslobađanja toplote iz saobraćaja, zgrada i uređaja.*

2.4. VELIKA NADMORSKA VISINA KAO ZDRAVSTVENI ČINILAC

Boravak na velikoj nadmorskoj visini, posebno kada je povezan sa planinarenjem, alpinizmom, skijanjem ili drugim oblicima intenzivne aktivnosti, predstavlja poseban fiziološki izazov za organizam. Sa porastom nadmorske visine opada atmosferski pritisak, a time i parcijalni pritisak kiseonika. Udeo kiseonika u vazduhu ostaje približno isti, ali je broj njegovih molekula u svakom udahu manji, zbog čega u krv i tkiva dospeva manje kiseonika.

Organizam na **hipoksiju**, odnosno nedovoljnu snabdevenost tkiva kiseonikom, odgovara aktiviranjem simpatičkog nervnog sistema[130] i pokretanjem niza adaptivnih reakcija. Ubrzavaju se disanje i srčani rad, povećava se minutni volumen srca, mobilišu se energetske rezerve i pojačava lučenje hormona stresa, među kojima su adrenalin i kortizol. Krvotok se prvenstveno usmerava ka mozgu, srcu i aktivnim skeletnim mišićima, dok organi koji u tom trenutku nisu presudni za održavanje neposredne fizičke sposobnosti dobijaju manji deo raspoloživog protoka krvi.

Tokom intenzivnog kretanja na visini **protok krvi kroz gastrointestinalni sistem može se smanjiti za približno 20-40%**. Posledično, pražnjenje želuca može se usporiti, a varenje i apsorpcija hranljivih materija otežati. Ove promene doprinose osećaju težine u stomaku, mučnini, nadutosti, grčevima, refluksu[131] ili dijareji, naročito kada se hipoksija udruži sa dugotrajnim naporom, hladnoćom i dehidracijom. Obrok koji osoba u uobičajenim uslovima lako podnosi na visini zato može postati značajno opterećenje, posebno ako je obilan, mastan ili unet neposredno pre nastavka uspona.

Na funkciju organa za varenje utiče i **smanjenje spoljašnjeg pritiska**. Prema Bojlovom zakonu, zapremina gasa raste kada pritisak opada, pri nepromenjenoj temperaturi, pa se gasovi prisutni u želucu i crevima tokom uspona šire. Posledice mogu biti izraženija nadutost, podrigivanje i pojačano ispuštanje crevnih gasova. Za poslednju pojavu u literaturi se koristi naziv *high-altitude flatus expulsion*. Povećana zapremina gasova može pritiskati dijafragmu[132] i dodatno pojačati subjektivni osećaj otežanog disanja, koji je na visini već prisutan zbog smanjene dostupnosti kiseonika.

130 *Simpatički nervni sistem je deo autonomnog nervnog sistema koji priprema organizam za povećane zahteve i stres. Njegova aktivacija, između ostalog, ubrzava srčani rad i podstiče oslobađanje energije iz telesnih rezervi.*

131 *Refluks je vraćanje želudačnog sadržaja u jednjak, koje može izazvati gorušicu, kiseli ukus u ustima i nadražaj sluzokože jednjaka.*

132 *Dijafragma je glavni disajni mišić koji razdvaja grudnu i trbušnu duplju. Pri udahu se kontrahuje i spušta, čime omogućava širenje pluća*

Jedna od karakterističnih pojava tokom boravka na većim visinama jeste **smanjenje apetita** uprkos povećanim energetskim potrebama. Nivo aktivnog grelina, hormona koji podstiče glad i luči se prvenstveno u želucu, može opasti, dok nivo leptina, signalnog molekula koji informiše mozak o energetskim zalihama organizma, ostaje stabilan ili se privremeno povećava. Ova kombinacija doprinosi fenomenu poznatom kao visinska anoreksija. Odsustvo gladi ne znači da organizmu energija nije potrebna, već da hipoksija može potisnuti osećaj gladi uprkos povećanim energetskim potrebama.

Boravak na visini istovremeno **povećava energetsku potrošnju**. Organizam mora da održava ubrzano disanje i rad srca, proizvodi toplotu u hladnom okruženju i obezbedi energiju za višesatno hodanje, nošenje tereta i savladavanje uspona. Bazalni metabolizam[133] može se povećati, a umereno planinarenje ukupnu dnevnu potrošnju energije može podići na približno 3 000-4 000 kcal. Tokom zahtevnijih uspona, višednevnih ekspedicija, kretanja po snegu, nošenja teškog ranca i boravka na velikoj hladnoći energetske potrebe mogu dostići 4 000-6 000 kcal dnevno, pa i više.

Uprkos tome, energetski unos često ostaje znatno manji od potrošnje zbog oslabljenog apetita, mučnine, nedostupnosti hrane i otežane pripreme obroka. Dugotrajniji negativan energetski bilans dovodi do iscrpljivanja rezervi glikogena,[134] smanjenja telesne mase, uključujući mišićnu masu, pada fizičke sposobnosti i slabije termoregulacije. Nedovoljan unos energije tako povećava i rizik od hipotermije,[135] jer organizam nema dovoljno raspoloživog goriva za stvaranje toplote.

Izbor makronutrijenata[136] u ovim uslovima ima poseban značaj. **Ugljeni hidrati predstavljaju metabolički najpovoljniji izvor energije** na visini, jer se njihovom oksidacijom dobija približno 8-10% više energije po jedinici utrošenog kiseonika nego oksidacijom masti. Drugim rečima, za dobijanje iste količine energije iz ugljenih hidrata organizmu je potrebno nešto manje kiseonika. U sredini u kojoj je kiseonik ograničavajući činilac ova razlika može imati praktičan značaj, naročito tokom intenzivnog kretanja.

Ugljeni hidrati se, osim toga, relativno brzo vare i omogućavaju održavanje nivoa glukoze u krvi i obnavljanje mišićnog glikogena. Ishrana tokom aktivnog dela dana zato treba da se zasniva na lako svarljivim namirnicama kao što

133 *Bazalni metabolizam je potrošnja energije za održavanje osnovnih životnih funkcija, merena u mirovanju, natašte i pri temperaturi okoline koja ne zahteva dodatni napor za održavanje telesne temperature.*

134 *Glikogen je oblik u kojem organizam skladišti glukozu, prvenstveno u jetri i mišićima. Jetreni glikogen doprinosi održavanju koncentracije glukoze u krvi, dok mišićni služi kao izvor energije za rad mišića.*

135 *Hipotermija je sniženje unutrašnje telesne temperature ispod 35 °C, koje nastaje kada organizam gubi više toplote nego što može da proizvede.*

136 *Makronutrijenti su hranljive materije koje su organizmu potrebne u većim količinama. U kontekstu energetske vrednosti hrane obuhvataju ugljene hidrate, masti i proteine.*

su pirinač, testenina sa nemasnim dodacima, pire krompir, ovsene pahuljice, hleb, tortilje, krekeri, grisini, perece, suvo voće, keks, voćne kaše i energetske pločice. Tokom intenzivnijeg kretanja može se planirati unos od približno 30-60 g ugljenih hidrata na sat, raspoređenih u više manjih porcija. Takav režim doprinosi stabilnijem nivou glukoze i odlaže iscrpljivanje energetskih rezervi. Veće količine ugljenih hidrata treba uvoditi samo ako su prethodno isprobane tokom treninga, jer veoma koncentrovani napici, gelovi i velike količine šećera kod pojedinih osoba mogu izazvati mučninu, bol u stomaku ili dijareju.

Masti imaju veliku energetsku gustinu i zato su korisne kada ukupnu masu hrane u rancu treba ograničiti. Ipak, sporije se vare i daju nešto manje energije po jedinici utrošenog kiseonika. Orašasti plodovi, semenke, puter od kikirikija i drugi masniji proizvodi mogu se unositi u manjim količinama tokom odmora i kao dopuna večernjem obroku, ali kod nekih osoba nisu pogodni kao glavni izvor energije tokom intenzivnog kretanja. Iako orašasti plodovi imaju visoku nutritivnu vrednost i obezbeđuju energiju, minerale i nezasićene masne kiseline, veće količine mogu usporiti pražnjenje želuca i pojačati osećaj težine. Zbog toga ih je bolje rasporediti u manje porcije i koristiti tokom pauza nego neposredno pre zahtevnog uspona.

Proteini su potrebni za očuvanje mišićne mase i oporavak tkiva, naročito tokom višednevnih tura. Nije neophodno da se najveći deo dnevnog unosa proteina ostvari tokom samog kretanja. Prednost imaju lako svarljivi izvori kao što su jaja, riba, posnije meso, mlečni proizvodi koje osoba dobro podnosi, manje porcije mahunarki ili prethodno isprobani proteinski napici. Obilne i masne mesne obroke treba izbegavati neposredno pre uspona i tokom intenzivnog kretanja.

Klasičan raspored od tri obilna obroka često nije odgovarajući za kretanje na visini. Praktičnije je **uzimati manje količine hrane na svakih 30-60 minuta**, uz veći obrok tokom duže pauze ili nakon završetka ture. Na ovaj način energija se obezbeđuje kontinuirano, bez naglog opterećenja organa za varenje i potrebe za velikom preraspodelom krvotoka. Hrana treba da bude dostupna bez skidanja i potpunog raspakivanja ranca. U uslovima hladnoće, zamora i smanjenog apetita planinar često neće posegnuti za obrokom koji zahteva zaustavljanje, pripremu ili dodatni napor. Male porcije mogu se rasporediti u džepove odeće, bočne džepove ili gornji deo ranca. Praktične užine obuhvataju urme, suve kajsije, grožđice, voćne pločice, keks, perece, krekere, grisine, manje sendviče, energetske pločice ili manju količinu čokolade.

Izbor hrane treba uskladiti i sa spoljašnjom temperaturom. Pojedine energetske pločice i čokolada na hladnoći postaju tvrde i teško se žvaću, dok gelovi i voćne kaše mogu promeniti konzistenciju ili se zamrznuti. Namirnice koje se planiraju za zahtevnu turu zato treba prethodno isprobati u što sličnijim vremenskim uslovima.

Za višednevni boravak posebno su praktični **liofilizirani obroci**. Tokom liofilizacije hrana se najpre zamrzava, a zatim se iz nje pod sniženim pritiskom uklanja voda. Dobijeni proizvod ima malu masu, dug rok trajanja i zadržava veliki deo prvobitne strukture, a za pripremu liofilizirane hrane potrebni su odgovarajuća količina vode i gorivo za njeno zagrevanje. Na raspolaganju su supe, kaše, testenine, jela od pirinča, povrća i mesa, deserti i voće.

Njihova osnovna prednost jeste **povoljan odnos energetske vrednosti i mase**, što je važno kada svaki dodatni kilogram u rancu povećava napor i energetsku potrošnju. Liofilizirani obrok, međutim, nije automatski dobro prilagođen boravku na visini. Pojedini proizvodi sadrže mnogo masti, začina, soli ili teško svarljivih sastojaka, dok velika porcija može pojačati nadutost i bol u stomaku. U jednom istraživanju polovina ispitanih planinara prijavila je digestivnu nelagodnost, nadutost, bol ili dijareju nakon korišćenja liofilizirane hrane. Liofilizirana hrana takođe zahteva odgovarajuću količinu vode i goriva. Voda na velikoj nadmorskoj visini ključa na nižoj temperaturi, pa rehidracija obroka može trajati duže nego što je naznačeno na ambalaži. Nedovoljno natopljena hrana ostaje tvrda, teže se vari i može dodatno opteretiti gastrointestinalni sistem.

Održavanje odgovarajuće **hidracije** posebno je važno tokom boravka na visini. Vazduh je hladniji i suvlji, a ubrzano i produbljeno disanje povećava gubitak vode preko disajnih puteva. Tečnost se gubi i znojenjem, koje se na hladnoći često ne primećuje, kao i povećanim izlučivanjem mokraće u početnoj fazi aklimatizacije. Tečnost treba uzimati redovno, ali količina mora biti prilagođena stvarnim gubicima. Tokom kraće i manje intenzivne aktivnosti voda je obično dovoljna, dok tokom višesatnog napora, pojačanog znojenja i velikih dnevnih gubitaka korisni mogu biti izotonični napici[137] ili preparati sa natrijumom, kalijumom i drugim elektrolitima. Njihova prednost je u tome što nadoknađuju minerale izgubljene znojem i pomažu zadržavanju unete tečnosti. Sam unos velike količine obične vode nije uvek dovoljan za održavanje volumena plazme i fizičke sposobnosti, naročito tokom dugotrajnog napora. Istovremeno, prisilno pijenje veoma velikih količina vode ne sprečava akutnu planinsku bolest i može sniziti koncentraciju natrijuma u krvi i dovesti do hiponatremije. Cilj nije piti što više, već nadoknaditi gubitke, izbeći izraženu žeđ i značajan pad telesne mase usled gubitka tečnosti i pratiti učestalost i boju mokraće.

Primenu suplemenata treba ograničiti na one koji odgovaraju individualnim potrebama i čija je podnošljivost prethodno proverena. Neposredno pre putovanja ili tokom njega ne treba započinjati uzimanje neisprobanog suplementa, jer

137 *Izotonični napici su napici čija je koncentracija rastvorenih čestica približna onoj u krvnoj plazmi, odnosno tečnom delu krvi. Obično sadrže vodu, elektrolite i ugljene hidrate.*

mučnina, bol u stomaku ili dijareja mogu ozbiljno otežati kretanje i druge aktivnosti na terenu. Najpraktičniji su elektrolitni preparati u obliku praška ili tableta rastvorljivih u vodi, posebno tokom dugotrajnog napora i izraženog znojenja.

Magnezijum se često koristi radi sprečavanja grčeva, ali njegovo univerzalno preventivno dejstvo kod grčeva izazvanih vežbanjem nije pouzdano dokazano. Njegova primena ima najveći smisao kada postoji nedovoljan unos ili potvrđen nedostatak. Gvožđe je neophodno za stvaranje hemoglobina i dugoročnu adaptaciju na hipoksiju, ali se ne uvodi preventivno neposredno pred uspon. Preparati gvožđa mogu izazvati mučninu, bol u stomaku i zatvor, a njihov nekontrolisan unos nosi dodatne rizike. Suplementacija je opravdana kod laboratorijski potvrđenog nedostatka gvožđa, naročito kod osoba sa smanjenim rezervama gvožđa, na koje ukazuje niska koncentracija feritina, anemijom ili obilnim menstrualnim krvarenjem.

Kofein u umerenim količinama može povećati budnost, smanjiti subjektivni osećaj napora i olakšati ranojutarnji polazak ili dugotrajan uspon. Uobičajene količine kafe ili čaja kod osoba naviknutih na kofein ne izazivaju značajnu dehidraciju. Prekid redovnog unosa kofeina čak može izazvati apstinencijsku glavobolju, koja se na visini može pogrešno protumačiti kao simptom planinske bolesti. Veće doze, međutim, mogu izazvati ubrzan rad srca, drhtanje, mučninu, nadražaj želuca i poremećaj sna, dok osećaj budnosti može prikriti potrebu za odmorom.

Alkohol nije pogodan tokom uspona i početne aklimatizacije. Može pogoršati kvalitet sna, oslabiti koordinaciju i procenu rizika i nepovoljno uticati na disanje u uslovima hipoksije. Osećaj toplote nakon alkohola je varljiv, jer širenje perifernih krvnih sudova povećava gubitak telesne toplote. Alkohol je posebno važno izbegavati tokom prvih 48 sati na novoj visini i kod osoba koje već imaju glavobolju, mučninu ili poremećaje disanja tokom sna.

AKLIMATIZACIJA I AKUTNA VISINSKA BOLEST

Pravilna ishrana i hidracija podržavaju fizičku sposobnost, termoregulaciju i oporavak, ali ne mogu ukloniti rizik koji nosi prebrz uspon. Najdelotvornija zaštita od akutne planinske bolesti jeste postepeno povećavanje nadmorske visine, pri čemu je visina na kojoj se spava važnija od najviše tačke dostignute tokom dana.

Ne preporučuje se da neaklimatizovana osoba iz nizije u jednom danu stigne na visinu noćenja iznad približno 2 750 m. Nakon prelaska 3 000 m, nadmorsku visinu na kojoj se spava trebalo bi povećavati za najviše oko 500 m dnevno, uz dodatni dan za aklimatizaciju nakon povećanja nadmorske visine noćenja za približno 1 000 m. Pri planiranju zahtevnijih tura korisno je predvideti dan bez povećavanja visine noćenja na svaka tri do četiri dana.

Tokom dana moguće je popeti se više, a zatim se vratiti na nižu visinu radi spavanja, što se u planinarskoj praksi opisuje pravilom „**penji se visoko, spavaj nisko**". Ovakav raspored pruža organizmu podsticaj za prilagođavanje, ali ga tokom noći ne izlaže najvišem dostignutom nivou hipoksije.

Prvih tri do pet dana na novoj visini posebno su važni. Tokom tog perioda postepeno se povećava ventilacija, poboljšava snabdevanje krvi kiseonikom i menja regulacija moždane cirkulacije. Stvaranje većeg broja eritrocita predstavlja sporiju adaptaciju i nema odlučujuću ulogu tokom prvih dana. Dalje prilagođavanje može trajati znatno duže, ali je početna faza presudna za turiste i planinare koji na visini borave relativno kratko.

Pošto se disanje tokom sna prirodno menja i može postati nepravilnije, zasićenost krvi kiseonikom može dodatno opasti. **Prvi simptomi planinske bolesti** najčešće se javljaju između dva i dvanaest sati nakon dolaska na veću visinu, često tokom prve noći ili narednog jutra. Upravo zato visina noćenja predstavlja jedan od najvažnijih činilaca rizika. Takođe, tokom prvih 48 sati na velikoj visini poželjno je izbegavati alkohol i omogućiti organizmu dovoljno sna i odmora.

Kada se brz dolazak na veliku visinu ne može izbeći, kada je osoba ranije imala akutnu planinsku bolest ili plan putovanja ne ostavlja dovoljno vremena za postepen uspon, lekar može razmotriti preventivnu primenu **acetazolamida**. Ovaj lek ubrzava prilagođavanje disanja uslovima smanjene dostupnosti kiseonika, naročito tokom sna, ali ne zamenjuje postepen uspon niti opravdava nastavak penjanja uprkos pogoršanju simptoma.

Osobe sa ozbiljnim bolestima srca ili pluća, anemijom, loše regulisanim dijabetesom, poremećajima disanja tokom sna ili ranije dijagnostikovanim visinskim plućnim ili cerebralnim edemom trebalo bi pre putovanja da u dogovoru sa lekarom procene rizik boravka na visini. Osobe sa dijabetesom moraju pažljivo pratiti koncentraciju glukoze u krvi i uzeti u obzir da pojedini merači mogu biti manje precizni na velikoj visini.

Akutna planinska bolest najčešći je i blaži oblik akutne visinske bolesti, dok **visinski cerebralni i visinski plućni edem**[138] predstavljaju njene najteže, potencijalno smrtonosne oblike. Akutna planinska bolest najčešće se javlja na visinama iznad 2 500 m, iako se blaži simptomi kod osetljivijih osoba mogu pojaviti već oko 2 000 m. Rizik značajno raste iznad 3 000 m, a na visinama iznad 4 000 m postaje veoma izražen ukoliko se uspon odvija brzo i bez odgovarajuće aklimatizacije. Dobra fizička kondicija ne štiti od planinske bolesti, pa i veoma utreniran sportista može oboleti ukoliko se popne prebrzo. Početni simptomi

138 *Edem je prekomerno nakupljanje tečnosti u tkivima. Cerebralni edem označava oticanje moždanog tkiva, dok plućni edem podrazumeva nakupljanje tečnosti u plućnom tkivu i vazdušnim prostorima pluća, što otežava razmenu gasova.*

uključuju tup i difuzan bol u glavi, mučninu, povremeno povraćanje, gubitak apetita, vrtoglavicu i izražen umor ili slabost. Glavobolja se može pojačavati pri naporu, kašljanju, saginjanju ili naglom pokretu. San je prekidan čestim buđenjem, periodima ubrzanog disanja i osećajem nedostatka vazduha. Ovi simptomi su nespecifični i mogu ličiti na posledice dehidracije, hipoglikemije,[139] nedovoljnog sna, gastrointestinalne infekcije ili loše podnetog obroka. Mučnina i gubitak apetita mogu se pogrešno pripisati samo loše podnetom obroku, dok se glavobolja može objasniti umorom ili nedovoljnim unosom vode. Takvo tumačenje može odložiti prekid uspona i omogućiti dalje napredovanje bolesti.

Mehanizam akutne planinske bolesti uključuje nedovoljno prilagođavanje na hipoksiju i promene u moždanoj cirkulaciji i raspodeli tečnosti. Organizam povećanjem protoka krvi pokušava da poboljša snabdevanje mozga kiseonikom, ali kod osetljivih osoba mogu nastati promene u propustljivosti kapilara i blago povećanje sadržaja vode u moždanom tkivu. Glavobolju zato ne treba posmatrati kao beznačajan simptom, naročito kada je praćena mučninom, slabošću ili vrtoglavicom.

Pogoršanje simptoma zahteva posebnu pažnju, naročito ako se pojave poremećaji koordinacije, svesti ili ponašanja, a ako se simptomi pogoršavaju, može se razviti visinski cerebralni edem. On se ispoljava poremećajem koordinacije, nesigurnim i teturavim hodom, konfuzijom, promenama ponašanja, izrazitom pospanošću i nemogućnošću održavanja ravnoteže. Osobu za koju se sumnja da ima poremećaj koordinacije korisno je zamoliti da hoda po pravoj liniji, ukoliko je to bezbedno, a nemogućnost izvođenja ovog zadatka predstavlja znak koji zahteva hitno reagovanje.

Visinski plućni edem može nastati i bez prethodnih simptoma akutne planinske bolesti, a može započeti neuobičajenim padom fizičke sposobnosti, izraženim zamaranjem i nedostatkom vazduha pri naporu. Kasnije se javljaju otežano disanje i u mirovanju, ubrzano disanje, kašalj i osećaj stezanja u grudima. Planinar koji iznenada počne da zaostaje za grupom iako je prethodno normalno podnosio napor može pokazivati rani znak plućnog edema.

Visinski cerebralni i plućni edem predstavljaju hitna medicinska stanja. Najvažnija mera je hitno spuštanje na nižu nadmorsku visinu, uz što manji fizički napor obolelog i primenu kiseonika kada je dostupan. Hrana, napici, analgetici i odmor ne smeju odložiti silazak kada su prisutni konfuzija, poremećaj hoda ili otežano disanje u mirovanju.

139 *Hipoglikemija je snižena koncentracija glukoze u krvi. Može se ispoljiti glađu, drhtanjem, znojenjem, slabošću i poremećajem koncentracije, a u težim slučajevima i poremećajem svesti.*

Kod blagih simptoma treba prekinuti dalje penjanje i odmoriti se na dostignutoj visini. Osoba sa simptomima ne treba da nastavi uspon niti da sledeće noći spava na većoj visini dok se tegobe potpuno ne povuku. Blage tegobe mogu se povući tokom narednih 24-48 sati bez daljeg uspona, ali njihovo pogoršanje zahteva spuštanje na nižu visinu.

Prisilan unos veoma velike količine tečnosti ne ubrzava aklimatizaciju i ne sprečava akutnu planinsku bolest. Dehidraciju treba izbeći, ali prekomerno pijenje može izazvati poremećaj elektrolita i stvoriti simptome koji liče na planinsku bolest. Jednako je važno održati dovoljan energetski unos, jer hipoglikemija i iscrpljenost mogu otežati procenu stanja i smanjiti sposobnost bezbednog silaska.

Ove pojave nisu ograničene na **Himalaje, Ande** ili druge visoke planinske sisteme. Mnoge popularne rute u **Alpima** prolaze na nadmorskim visinama između 2 500 i 4 000 m, a poseban rizik predstavlja brz dolazak žičarom iz doline, nakon kojeg turista bez prilagođavanja odmah nastavlja intenzivno kretanje. Sličan oprez potreban je na najvišim delovima **Pirineja, Karpata** i **balkanskih planina, uključujući Rilu i Pirin**, naročito kada se iz nizije za nekoliko sati stiže na nadmorsku visinu iznad 2 500 m.

Koka u Andima i kratom u Aziji između lokalne tradicije i turističkog iskustva

U andskim oblastima Južne Amerike upotreba koke povezuje se sa svakodnevnim radom, društvenim običajima i tradicionalnom medicinom. Lokalno stanovništvo koristi njene listove radi **ublažavanja umora i gladi i lakšeg podnošenja dugotrajnog fizičkog napora**. Turistima se najčešće nudi čaj od koke, poznat kao mate de coca, radi ublažavanja tegoba pri dolasku na veću nadmorsku visinu.

Za tradicionalnu upotrebu najvažnije su vrste *Erythroxylum coca* i *Erythroxylum novogranatense*. Njihovi listovi sadrže više alkaloida,[140] među kojima je farmakološki najznačajniji kokain. Njegov sadržaj zavisi od vrste i uslova gajenja i u mnogim analiziranim uzorcima iznosi približno 0,2-1% suve mase. Tokom tradicionalne upotrebe listovi se zadržavaju između obraza i desni, odakle se alkaloidi postepeno apsorbuju preko sluzokože. Alkalni dodaci koji se koriste u pojedinim zajednicama povećavaju pH u usnoj duplji i olakšavaju apsorpciju. Zato isti biljni materijal može imati različito dejstvo u zavisnosti od načina primene.

140 *Alkaloidi su raznovrsna grupa prirodnih organskih jedinjenja koja sadrže azot i često imaju izraženo fiziološko dejstvo. Među njima su kofein, nikotin, morfin i kokain.*

Kokain inhibira ponovno preuzimanje dopamina, noradrenalina i serotonina iz sinaptičkog prostora[141] u presinaptičke nervne završetke, čime produžava njihovo delovanje. Posledice mogu obuhvatiti veću budnost, smanjen osećaj umora i potiskivanje apetita, ali i ubrzanje srčanog rada i porast krvnog pritiska. Intenzitet odgovora zavisi od apsorbovane količine i individualne osetljivosti. Pri upotrebi lista koke alkaloidi dospevaju u organizam sporije i u manjim količinama nego pri pojedinim načinima primene prečišćenog kokaina, pa se i intenzitet dejstva i rizici razlikuju.

Dejstvo koke tokom fizičkog rada obuhvata i promene u načinu na koji organizam koristi energetske izvore. U jednoj studiji su istraživači kod redovnih korisnika, nakon žvakanja listova, zabeležili povećanje koncentracija glukoze, slobodnih masnih kiselina i noradrenalina, uz smanjenje koncentracije insulina u mirovanju. Tokom jednosatnog vežbanja pri opterećenju koje je odgovaralo 65-70% maksimalnog unosa kiseonika[142] korisnici su pokazivali izraženiju **veće korišćenje masti kao izvora energije** u odnosu na osobe koje nisu koristile koku, što može objasniti lakše podnošenje produženog napora.

Za turistu koji pristigne na veću nadmorsku visinu najvažnije je pitanje da li koka smanjuje rizik od akutne visinske bolesti. U jednoj kohortnoj studiji[143] objavljenoj 2022. godine praćena su 142 strana polaznika škole jezika u Kusku, na približno 3 350 metara nadmorske visine. Čaj od koke preventivno je koristilo 34% učesnika, dok se akutna visinska bolest javila kod 39% ispitanika. Konzumiranje čaja nije bilo povezano sa manjim rizikom od obolevanja. Ovaj nalaz pokazuje da se uprkos očekivanom ublažavanju umora ne može zaključiti da upotreba koke sprečava visinsku bolest kod neaklimatizovanih putnika.

Istovremeno, pri proceni zdravstvenih rizika upotrebe koke treba uvažiti razliku između tradicionalne upotrebe lista i upotrebe prečišćenog kokaina. U tom smislu, ekspertski komitet Svetske zdravstvene organizacije je 2025. godine zaključio da tradicionalno žvakanje listova i unos čaja imaju kulturni značaj i **ne predstavljaju veliki javnozdravstveni rizik**. Istovremeno je ukazao na ograničenost podataka o dugoročnoj bezbednosti i pojedinim terapijskim primenama. Ta ocena ne podrazumeva odsustvo neželjenih efekata kod svakog pojedinca, ali opravdava odvojeno razmatranje ovih praksi.

141 *Sinaptički prostor je uski prostor između ćelija preko kojeg se nervni signal prenosi hemijskim glasnicima, odnosno neurotransmiterima. Presinaptički nervni završetak oslobađa te glasnike, a neke zatim ponovo preuzima, čime se njihovo delovanje ograničava.*

142 *Maksimalni unos kiseonika, često označen kao VO_2max, jeste najveća količina kiseonika koju organizam može da preuzme i iskoristi u jedinici vremena tokom intenzivnog fizičkog napora. Predstavlja pokazatelj aerobne sposobnosti.*

143 *Kohortna studija je istraživanje u kojem se određena grupa ljudi prati tokom vremena kako bi se ispitala povezanost pojedinih izloženosti ili osobina sa zdravstvenim ishodima.*

Za putnike je važna i mogućnost **pozitivnog nalaza pri testiranju na kokain**. U istraživanju sa pet dobrovoljaca praćeno je izlučivanje alkaloida nakon jedne šolje čaja od koke. Osetljivom analitičkom metodom kokain je u mokraći mogao da se otkrije do 20 sati, a njegov metabolit benzoilekgonin do 70 sati nakon konzumiranja. To ne znači da će svaki rutinski test toliko dugo ostati pozitivan, jer rezultat zavisi od metode i granične vrednosti testa. Ipak, čaj može imati važne posledice za sportiste i osobe koje podležu testiranju na psihoaktivne supstance u okviru radnih obaveza, čak i kada ne izazove primetno stimulativno dejstvo.

Stanovnici jugoistočne Azije u slične svrhe koriste **kratom** (*Mitragyna speciosa*), drvo iz porodice *Rubiaceae*, kojoj pripada i kafa. U Tajlandu i susednim zemljama listovi se tradicionalno žvaću ili pripremaju kao napitak radi smanjenja umora, održavanja radne sposobnosti i ublažavanja bola. Kratom se koristio i kod dijareje i kao zamena za opijum. Korisnici opisuju **i stimulativne i sedativne efekte**, čiji odnos zavisi od količine, sastava preparata i individualnog odgovora. Tradicionalna namena zato ne opisuje dovoljno precizno dejstvo proizvoda koji turista dobija pod istim nazivom.

Najvažniji alkaloid kratoma je **mitraginin**. Eksperimenti na životinjama i u laboratorijskim sistemima sa enzimima ljudske jetre pokazali su da enzimi iz grupe CYP3A[144] mogu pretvarati mitraginin u 7-hidroksimitraginin, koji snažnije od mitraginina deluje na μ-opioidne receptore.[145] Tako dejstvo biljke zavisi i od nastanka aktivnog metabolita u organizmu. Ovaj mehanizam pomaže da se objasni **analgetsko dejstvo,** ali pokazuje i zašto kratom treba posmatrati kao farmakološki aktivan preparat čiji efekti prevazilaze uobičajenu predstavu o biljnom napitku za osveženje.

Analgetski efekat ispitivan je i u istraživanju sa 26 muškaraca koji su već bili redovni korisnici kratoma. U testu sa ledenom vodom merilo se vreme od pojave bola do izvlačenja šake. Jedan sat nakon konzumiranja napitka od kratoma prosečno vreme tolerisanja bola povećalo se sa 11,2 na 24,9 sekundi, dok nakon uzimanja placebo[146] napitka nije zabeleženo statistički značajno povećanje. Istraživanje potvrđuje kratkotrajan efekat na toleranciju eksperimentalno izazvanog bola u toj grupi, što može pomoći da se razume tradicionalna upotreba za ublažavanje fizičke neprijatnosti tokom rada.

144 *CYP3A je grupa enzima prisutnih prvenstveno u jetri i crevima, koji učestvuju u hemijskoj preradi brojnih lekova i drugih supstanci. Njihovim delovanjem mogu nastati manje aktivni, neaktivni ili aktivniji metaboliti.*

145 *μ-opioidni receptori su proteini na ćelijama preko kojih deluju pojedine prirodne supstance organizma i opioidni lekovi, poput morfina. Učestvuju u regulaciji bola, disanja i osećaja nagrade.*

146 *Placebo je preparat bez ispitivane aktivne supstance koji u istraživanju služi za poređenje sa aktivnim tretmanom. Omogućava da se njegovo dejstvo bolje razdvoji od uticaja očekivanja i samog postupka primene.*

Ponavljana upotreba, međutim, nosi rizik od **zavisnosti** i kod lokalnog stanovništva. U istraživanju sa 293 redovna korisnika u Maleziji više od polovine imalo je izraženu, a približno 45% umerenu zavisnost prema korišćenom upitniku. Pri prekidu upotrebe prijavljivani su bolovi i grčevi u mišićima, nesanica, curenje nosa i suzenje, dijareja, nemir i razdražljivost. Ovi procenti odnose se na ispitanu grupu redovnih korisnika i ne predstavljaju verovatnoću razvoja zavisnosti nakon povremenog uzimanja. Ipak, jasno pokazuju da dugogodišnja tradicija ne uklanja farmakološke rizike.

Za turistu su posebno važne **mučnina, vrtoglavica, pospanost i mogućnost interakcija sa lekovima i drugim psihoaktivnim supstancama**. Teški neželjeni efekti i smrtni ishodi često su zabeleženi pri istovremenoj upotrebi kratoma i drugih supstanci. Dodatni problem predstavljaju koncentrisani ekstrakti i proizvodi obogaćeni 7-hidroksimitragininom, koji mogu biti reklamirani kao kratom iako se po sastavu i intenzitetu dejstva bitno razlikuju od listova koji se koriste na tradicionalan način. Američka Uprava za hranu i lekove (FDA) je zato 2025. godine posebno upozorila na takve proizvode i njihovo opioidno dejstvo. Pod nazivom lokalne biljke turista, dakle, može dobiti preparate veoma različitog sastava i intenziteta delovanja.

2.5. BALNEOTERAPIJA I TERMOMINERALNE VODE

Voda termomineralnih izvora zagreva se tokom kretanja kroz dublje slojeve Zemljine kore, a rastvaranjem minerala iz okolnih stena dobija karakterističan hemijski sastav. Njena temperatura zavisi od dubine do koje prodire i geoloških uslova u kojima cirkuliše, pa su izvori naročito topli u oblastima sa izraženom geotermalnom aktivnošću i tamo gde se magma približava Zemljinoj površini. Među termalnim izvorima izdvajaju se **gejziri**, iz kojih vrela voda i para povremeno izbijaju u snažnim mlazevima. **Fumarole** su otvori iz kojih izlaze vodena para i gasovi, bez izlivanja tečne vode. Pojmovi **termalna i mineralna voda nisu sinonimi**, jer visoka temperatura izvora ne podrazumeva i visok sadržaj rastvorenih mineralnih materija, kao što ni izrazito mineralizovana voda ne mora biti topla. Ne postoji ni jedinstvena temperaturna granica prema kojoj bi se svi izvori razvrstavali u termalne, već se ona razlikuje među hidrogeološkim i balneološkim klasifikacijama.

Balneoterapija obuhvata terapijsku primenu prirodnih mineralnih voda, peloida i određenih prirodnih gasova. Peloidi su mešavine sitnozrnog mineralnog materijala, vode i organskih sastojaka koje se primenjuju kao obloge ili kupke. Hidroterapija koristi fizička svojstva vode, pre svega temperaturu, potisak i hidrostatički pritisak,[147] dok hidrokineziterapija podrazumeva izvođenje terapijskih vežbi u vodi. Banjsko lečenje može objediniti ove postupke sa masažom, drugim oblicima fizikalne terapije i programom vežbanja. Mineralna voda se u banjskoj medicini koristi i za piće, inhalaciju ili ispiranje sluzokože, a svaki od ovih postupaka ima drugačije dejstvo, pa se nalazi o unosu minerala ispijanjem vode razmatraju odvojeno od efekata kupanja i lokalne primene.

Uranjanje tela u vodu menja raspodelu krvi još pre nego što se organizam zagreje. Hidrostatički pritisak raste sa dubinom, pritiska površinske vene i potiskuje krv iz perifernih delova tela prema grudnom košu. Pri uranjanju do vrata na ovaj način može se preraspodeliti približno 700 mL krvi, čime se povećavaju punjenje srca i količina krvi koju ono izbacuje pri svakoj kontrakciji, odnosno udarni volumen.

Povećan dotok krvi rasteže zidove srčanih pretkomora i podstiče oslobađanje atrijalnog natriuretskog peptida (ANP-a) koji pospešuje izlučivanje natrijuma i vode preko bubrega. Istovremeno se pri uranjanju smanjuju aktivnost renin-angiotenzin-aldosteronskog sistema i lučenje vazopresina, hormona koji doprinosi zadržavanju vode. Zajedničko dejstvo ovih promena objašnjava **pojačano mokrenje tokom dužeg boravka u vodi**. Pri većem toplotnom opterećenju

147 *Hidrostatički pritisak je pritisak koji tečnost u mirovanju vrši usled svoje težine. Pri uranjanju deluje na telo sa svih strana i povećava se sa dubinom.*

šire se krvni sudovi kože i pojačava znojenje, zbog čega treba obratiti pažnju na moguću dehidraciju. Kada osoba izađe iz vode, prestaje dejstvo hidrostatičkog pritiska koje je olakšavalo povratak krvi u srce, dok periferni krvni sudovi još neko vreme mogu ostati prošireni. Zbog toga se pri naglom ustajanju i izlasku iz tople kupke mogu javiti vrtoglavica i pad krvnog pritiska.

Uticaj uranjanja u vodu do grudi na **krvni pritisak** ispitan je u studiji objavljenoj 2025. godine. Šesnaest osoba sa hipertenzijom, prosečne starosti 62 godine, koje su uzimale najmanje jedan antihipertenzivni lek, učestvovalo je u četiri eksperimentalna postupka, čiji je redosled bio nasumično određen. U tri postupka ispitanici su sedeli uspravno u vodi koja im je dopirala približno do visine bradavica, dok su im obe ruke bile oslonjene izvan vode. Dva postupka podrazumevala su boravak u vodi temperature 40 °C u trajanju od 20, odnosno 40 minuta, dok je treći obuhvatao četrdesetominutni boravak u termoneutralnoj vodi[148] temperature 36,5 °C. Četvrti, kontrolni postupak podrazumevao je sedenje bez ulaska u vodu. Prosečni sistolni krvni pritisak tokom naredna 24 sata bio je, u poređenju sa kontrolnim postupkom, niži za 7 mmHg nakon 40 minuta u vodi temperature 40 °C, a za 6 mmHg nakon 20 minuta u vodi temperature 40 °C i nakon 40 minuta u vodi temperature 36,5 °C. Činjenica da je slično sniženje sistolnog pritiska zabeleženo u toploj i termoneutralnoj vodi pokazuje da se uočeni efekat ne može pripisati samo zagrevanju organizma, već da mu verovatno doprinosi i dejstvo hidrostatičkog pritiska.

Boravak u toploj vodi može olakšati uspavljivanje zbog promena u perifernoj cirkulaciji i odavanja toplote. U jednom naučnom pregledu iz 2019. godine pokazano je da su topla kupka ili tuširanje jedan do dva sata pre odlaska u postelju bili povezani sa kraćim vremenom potrebnim za uspavljivanje i dužim trajanjem sna. U ispitivanim protokolima korišćena je voda temperature od 40 do 42,5 °C, a povoljni efekti zabeleženi su i nakon postupaka koji su trajali desetak minuta. Zagrevanje podstiče širenje krvnih sudova kože, naročito šaka i stopala, čime se nakon kupanja olakšava odavanje toplote, a ovo naknadno snižavanje unutrašnje telesne temperature uklapa se u fiziološke promene koje prethode snu.

Izraženo zagrevanje organizma pokreće **snažan hormonski i metabolički odgovor**. U studiji na deset mladih, fizički dobro pripremljenih muškaraca, jednosatni boravak u vodi temperature 39 °C, uz potapanje do vrata, povećao je unutrašnju telesnu temperaturu na približno 38,6 °C. Neposredno nakon izlaska iz vode koncentracija adrenalina bila je 2,7 puta viša nego početna vrednost, a koncentracija hormona rasta 10,7 puta viša nego početna vrednost, što pokazuje da tokom dužeg boravka u veoma toploj vodi organizam intenzivno mobiliše energiju.

148 *Termoneutralna voda je voda čija temperatura, pri datim uslovima uranjanja, ne izaziva značajno zagrevanje ni hlađenje organizma.*

Toplota i fizička svojstva vode imaju značajnu ulogu u **rehabilitaciji osoba sa hroničnim bolom, ukočenošću i otežanim kretanjem**. Potisak vode smanjuje opterećenje zglobova težinom tela, omogućavajući pokrete koji su na suvom bolni ili teško izvodljivi, dok otpor vode omogućava postepeno jačanje mišića. Toplota može ublažiti mišićnu napetost i povećati rastegljivost mekih tkiva, čime se olakšavaju razgibavanje i izvođenje vežbi. Zajedničko dejstvo ovih postupaka pomaže prekidanju kruga u kojem bol izaziva zaštitni mišićni grč, a grč dodatno pojačava bol i ograničava pokret.

Klinička istraživanja balneoterapije najčešće beleže promene bola, pokretljivosti i kvaliteta života. U naučnom pregledu i meta-analizi iz 2025. godine, koji su obuhvatili 42 ispitivanja kod degenerativnih i zapaljenskih reumatskih oboljenja i fibromijalgije,[149] objedinjeni rezultati ukazali su na smanjenje bola i poboljšanje kvaliteta života pri tromesečnom praćenju. Banjski programi pritom objedinjuju kupanje, vežbanje, rad sa terapeutima i odmor, pa zabeleženo poboljšanje odražava zajedničko dejstvo ovih postupaka.

Dodatni doprinos mineralne vode pokazan je u istraživanju iz 2018. godine na 100 pacijenata sa fibromijalgijom. Posle dvonedeljnog ciklusa kupanja u visokomineralnoj sulfatnoj vodi zabeleženi su izraženije smanjenje bola i povoljniji rezultati upitnika o uticaju bolesti na svakodnevno funkcionisanje nego posle kupanja u vodi iz vodovoda. Razlike između grupa bile su statistički značajne neposredno nakon tretmana, kao i posle tri i šest meseci. U ovom ispitivanju korist mineralnih kupki održala se, dakle, i nekoliko meseci nakon završetka tretmana.

Lokalna primena mineralne vode proučavana je i kod **bolesti nosne sluzokože**. U jednoj studiji 80 pacijenata sa hroničnim nealergijskim rinosinuzitisom podeljeno je u dve grupe koje su tokom mesec dana, četiri puta dnevno, ispirale nos sumpornom slanom termalnom vodom koja sadrži brom i jod ili izotoničnim rastvorom natrijum-hlorida. Endoskopskim pregledom[150] utvrđeno je poboljšanje stanja nosne sluzokože u obe grupe, a *Staphylococcus aureus*, prethodno pronađen kod pet pacijenata u grupi sa termalnom vodom i četiri pacijenta u kontrolnoj grupi, nakon tretmana više nije otkriven ni kod jednog od njih. Međutim, samo je primena termalne vode dovela do statistički značajnog poboljšanja prohodnosti nosa, objektivno izmerenog rinomanometrijom. Termalna voda bila je nešto slabije podnošljiva, pošto je zabeleženo šest slučajeva blage iritacije i pet epizoda veoma oskudnog krvarenja iz nosa, dok takve reakcije

149 *Fibromijalgija je hronično stanje koje karakterišu rasprostranjen bol i povećana osetljivost na bol, često praćeni zamorom, poremećajima sna i teškoćama sa koncentracijom.*

150 *Endoskopski pregled je pregled unutrašnjosti organa ili telesne šupljine pomoću instrumenta sa osvetljenjem i optičkim sistemom ili kamerom. U ovom slučaju omogućava neposredno posmatranje nosne sluzokože.*

nisu prijavljene nakon primene fiziološkog rastvora. Ovi nalazi ukazuju na to da redovno ispiranje nosa može biti korisna pomoćna mera pri primeni oba ispitivana rastvora, dok termalna voda može pružiti dodatnu korist u vidu bolje prohodnosti nosa, uz nešto veći rizik od lokalne iritacije.

Topla voda može pogodovati razmnožavanju mikroorganizama. Zbog toga je u banjskim bazenima i hidromasažnim kadama obavezna dezinfekcija vode, najčešće hlorisanjem, uz redovnu kontrolu njene mikrobiološke ispravnosti. Poseban problem predstavljaju sistemi koji stvaraju aerosol, jer se bakterije roda *Legionella* prenose udisanjem kontaminiranih kapljica, o čemu će biti više reči u jednom od narednih poglavlja.

Bezbednost primene balneoterapije zavisi i od **sposobnosti organizma da podnese promene u raspodeli krvi.** Akutna bolest praćena povišenom temperaturom, aktivna zarazna bolest, nestabilna angina, dekompenzovana srčana insuficijencija[151] i izrazito nekontrolisana hipertenzija zahtevaju izbegavanje ovakvih procedura. Nakon nedavno preležanog infarkta miokarda uključivanje u rehabilitaciju u vodi usklađuje se sa tokom kardiološkog oporavka. Aktivno krvarenje, poremećaji svesti i dejstvo alkohola ili psihoaktivnih supstanci su takođe kontraindikacije za boravak u toploj vodi. Kod uznapredovale bolesti bubrega i jetre naročito su važne promene u ravnoteži tečnosti i elektrolita.

U **trudnoći** je ključno sprečiti pregrevanje organizma, te treba izbegavati duži boravak u toplim kupkama. Kod **osoba sa malignom bolešću** prihvatljivost rehabilitacionog programa zavisi od stadijuma bolesti, onkološke terapije, stanja kože, prisustva rana i stepena imunosupresije. U studijama su ispitivani efekti vežbanja u vodi i postupaka za ublažavanje limfedema[152] kod žena koje se leče od raka dojke. U pojedinim studijama zabeleženi su smanjenje bola, zamora i limfedema i poboljšanje kvaliteta života, dok u drugima nisu utvrđene promene navedenih ishoda.

151 *Srčana insuficijencija je srčana slabost, koja može nastati zbog otežanog punjenja srčanih komora ili njihove smanjene sposobnosti da izbacuju krv.*

152 *Limfedem je otok nastao zbog otežanog odvođenja tečnosti iz tkiva limfnim sudovima. Može se javiti nakon uklanjanja ili oštećenja limfnih čvorova, uključujući posledice operacije i zračne terapije.*

VAZDUŠNE BANJE I ZABLUDE O LEKOVITOM VAZDUHU

Tvrdnje da je planinski vazduh koristan za zdravlje zbog većeg sadržaja kiseonika, lekovitog ozona ili blagotvornog dejstva „ruže vetrova" uglavnom nisu u skladu sa saznanjima o sastavu i kretanju vazduha. Udeo kiseonika u suvom vazduhu iznosi približno 21% i praktično je jednak na nivou mora i na planinama. Sa porastom nadmorske visine, međutim, opada vazdušni pritisak, a sa njim i parcijalni pritisak kiseonika, od kojeg zavisi njegov prelazak iz pluća u krv. Zato je **na većoj visini kiseonik manje dostupan organizmu**, uprkos utisku da se u planinskom predelu lakše i prijatnije diše.

Ni prepoznatljiv miris četinarske šume ne potiče od ozona, već pre svega od isparljivih organskih jedinjenja koja oslobađaju biljke, među kojima su terpeni poput α-pinena. Ozon ima oštar, prodoran miris i snažno oksidaciono dejstvo, pa pri povišenim koncentracijama nadražuje disajne puteve, smanjuje plućnu funkciju i pogoršava astmu. Za razliku od ozonskog sloja visoko u atmosferi, koji nas štiti od dela ultraljubičastog zračenja, prizemni ozon je zagađujuća materija. Nastaje pod dejstvom sunčeve svetlosti u reakcijama azotovih oksida i isparljivih organskih jedinjenja, uključujući ona koja oslobađa vegetacija, a vazdušne struje mogu ga preneti daleko od mesta nastanka. Povišene koncentracije ozona zato se mogu javiti i daleko od gradova, u šumskim i planinskim predelima, naročito tokom toplih i sunčanih dana. Prisustvo ozona ne objašnjava prijatan miris šume niti predstavlja dokaz povoljnog uticaja boravka na tom području na zdravlje.

Izraz „**ruža vetrova**" takođe ima precizno meteorološko značenje i odnosi se na grafički prikaz učestalosti vetrova prema pravcima iz kojih duvaju, a često i prema njihovoj brzini, pa se može izraditi za svako mesto za koje postoje odgovarajući meteorološki podaci. Takav prikaz pomaže da se razume disperzija zagađujućih supstanci, ali susretanje vazdušnih struja ne stvara lekovitu smešu gasova. Drugim rečima, vetar može doprineti razređivanju zagađujućih materija u vazduhu, ali ih može i preneti iz drugih oblasti.

U objašnjenjima lekovitosti vazduha često se pominju i **negativni joni**, odnosno molekuli ili grupe molekula u vazduhu koji nose negativno naelektrisanje. Njihovi mogući biološki efekti predmet su istraživanja, a najzanimljiviji nalazi odnose se na raspoloženje i pojedine kognitivne sposobnosti. U kontrolisanom ispitivanju iz 2018. godine, u kojem je učestvovalo 40 osoba sa sezonskom depresijom,[153] simptomi su nakon 18 dana svakodnevnog izlaganja visokim koncentracijama negativnih jona bili ublaženi u većoj meri nego u placebo grupi. Istraživanje iz 2023. godine obuhvatilo je 40 studenata izloženih različitim kombinacijama

153 *Sezonska depresija je oblik depresije kod kojeg se epizode ponavljaju u određenom delu godine, najčešće tokom jeseni i zime, uz povlačenje simptoma u drugim godišnjim dobima.*

koncentracija jona i ugljen-dioksida u zatvorenom prostoru. Pri visokim koncentracijama jona pojedini rezultati testova pamćenja i zaključivanja bili su bolji nakon jednog sata, dok posle tri sata razlike više nisu bile statistički značajne. Istovremeno su koncentracije čestica $PM_{2,5}$ bile znatno niže kada je jonizator radio, što otežava razdvajanje neposrednog dejstva jona od koristi usled smanjene izloženosti česticama.

Rezultati ovih studija opravdavaju dalje ispitivanje negativnih jona, ali se ne mogu neposredno preneti na boravak u vazdušnoj banji, jer koncentracija jona i trajanje izloženosti ne moraju odgovarati onima u eksperimentalnim istraživanjima. Još je manje osnova da se nalazi o raspoloženju tumače kao dokaz povoljnog dejstva na disajne puteve. Pregled 23 eksperimentalna istraživanja, objavljen 2013. godine, nije pokazao dosledno poboljšanje plućne funkcije ili ublažavanje simptoma astme. Budući da je reč o malim i metodološki raznorodnim istraživanjima, opravdano je zaključiti da terapijska korist izlaganja negativnim jonima kod respiratornih oboljenja nije pouzdano potvrđena.

Naziv **„vazdušna banja" ipak ima i pravno uporište u Srbiji.** Zakon o banjama ne daje posebnu definiciju vazdušne banje, ali vazduh ubraja u prirodne lekovite faktore čija lekovita svojstva moraju biti naučno ispitana i dokazana. Sam izraz pojavljuje se u Uredbi o utvrđivanju područja vazdušne banje Ivanjica iz 2000. godine. U turističkoj upotrebi naziv ima šire značenje i vezuje se i za planinska mesta poput Zlatibora i Divčibara, pri čemu njegovo korišćenje u promotivne svrhe treba razlikovati od formalno utvrđenog statusa određenog područja.

Zdravstvene prednosti boravka u sredini sa čistim vazduhom mogu proizaći i iz **smanjenog kontakta sa alergenima** koji izazivaju tegobe, povećane fizičke aktivnosti, smanjenja svakodnevnog stresa i redovnijeg rasporeda spavanja. Kada su ove promene udružene sa stručno vođenom rehabilitacijom, teško je utvrditi koliki je doprinos svakog od ovih činilaca oporavku.

Značaj takvog pristupa ilustruje istraživanje u koje je uključeno 50 odraslih osoba sa nedovoljno kontrolisanom astmom. Ispitanici su raspoređeni u dve grupe koje su pohađale tronedeljnu rehabilitaciju na nadmorskim visinama od 760, odnosno 3 100 metara, uz isti program edukacije, fizičkog vežbanja i vežbi disanja. U obe grupe simptomi su ublaženi, bez statistički značajne razlike u stepenu poboljšanja. Ipak, na većoj visini bilo je izraženije smanjenje koncentracije azot-monoksida u izdahnutom vazduhu, koja se koristi kao pokazatelj zapaljenja disajnih puteva, a ispitanici su ostvarili i bolje rezultate na testu ponovljenog ustajanja sa stolice. Tokom ovog testa beleži se koliko puta ispitanik u zadatom vremenu ustane sa stolice i ponovo sedne, što služi za procenu njegove sposobnosti podnošenja fizičkog napora. Prema tome, organizovana rehabilitacija bila je korisna na obe nadmorske visine, dok su na većoj visini pojedini ispitivani pokazatelji bili povoljniji.

Povoljne prirodne osobine područja pritom **ne isključuju lokalne izvore zagađenja**. U turističkom naselju ložišta na čvrsta goriva i saobraćaj mogu povećati koncentracije čestica i štetnih gasova, dok građevinski radovi i podizanje prašine dodatno opterećuju vazduh. Drugim rečima, ako povećanje smeštajnih kapaciteta prati rast emisija, destinacija može izgubiti deo svojih zdravstvenih prednosti iako se i dalje predstavlja kao vazdušna banja.

2.6. RADIOAKTIVNE BANJE – OPASNOST ILI LEČILIŠTE?

„Prošlog meseca posetio sam blatno kupalište na ostrvu Vulcano u Tirenskom moru, u Italiji. Na ulazu su delili obaveštenje da mlađi od 15 godina ne bi trebalo da provedu u blatu duže od 15 minuta. Upozorenje me je navelo na razmišljanje, pa sam odustao od ulaska u kupalište."

Iako iz samog upozorenja nije jasno zbog čega je trajanje boravka ograničeno, ono otvara šire pitanje bezbednosti primene prirodnih lekovitih činilaca. Termalni izvori na područjima bogatim uranijumom i radijumom mogu sadržati radon i druge prirodne radionuklide, pa boravak u takvim banjama istovremeno predstavlja balneološki tretman i izvor dodatne izloženosti jonizujućem zračenju. Zdravstveni značaj te izloženosti određuju koncentracija **radona u vodi i vazduhu**, trajanje i učestalost procedura, kao i ventilacija prostora. U ovom poglavlju zato se razmatraju doze koje korisnici primaju, mogući terapijski efekti radonskih tretmana i uslovi pod kojima se takva izloženost procenjuje i kontroliše.

Ubrzo nakon što su Marija i Pjer Kiri krajem XIX veka otkrili radijum, utvrđeno je da vode pojedinih poznatih termalnih izvora pokazuju prirodnu radioaktivnost. Radioaktivne materije sadrže nestabilna atomska jezgra koja se spontano raspadaju, pri čemu emituju jonizujuće zračenje u obliku čestica ili elektromagnetnih talasa. **Jonizujuće zračenje može neposredno oštetiti molekul DNK ili delovati posredno**, stvaranjem veoma reaktivnih hemijskih vrsta u ćeliji. Veći deo oštećenja popravljaju ćelijski sistemi za reparaciju, dok nepopravljene promene mogu ostati u genomu[154] i, zajedno sa drugim promenama nastalim tokom života, doprineti postepenom razvoju malignog tumora. Nastanak raka predstavlja višestepeni proces u kojem učestvuju oštećenje DNK, promene regulacije ćelijske deobe, izbegavanje programirane ćelijske smrti, uticaj okolnog tkiva i odgovor imunskog sistema.

PRIRODNA RADIOAKTIVNOST I RADON

Javnost se sa posledicama jonizujućeg zračenja najviše upoznala preko bombardovanja Hirošime i Nagasakija i nuklearnih nesreća u Černobilju i Fukušimi. Prirodno jonizujuće zračenje, međutim, prisutno je na Zemlji od njenog nastanka. Obuhvata kosmičko zračenje i zračenje prirodnih radionuklida, među kojima su uranijum-238, torijum-232 i kalijum-40, koji su prisutni u stenama, zemljištu, vodi, hrani i ljudskom telu. Prosečna efektivna doza koju jedna osoba tokom godine primi iz prirodnih izvora zračenja procenjuje se na oko **3,0 mSv**, ali se stvarna izloženost znatno razlikuje u zavisnosti od geološke građe područja, nadmorske visine, građevinskog materijala i koncentracije radona u zatvorenim prostorima.

154 *Genom je celokupna genetička informacija organizma, koja je kod čoveka sadržana u DNK.*

Uranijum-238 prisutan je u Zemljinoj kori još od njenog formiranja. Njegovo vreme poluraspada, odnosno vreme potrebno da se raspadne polovina početnog broja jezgara, iznosi približno 4,5 milijardi godina. U njegovom dugom lancu raspada nastaje radijum-226, a zatim radon-222, radioaktivan plemeniti gas bez boje, mirisa i ukusa. Vreme poluraspada radona-222 iznosi približno 3,8 dana, što mu omogućava da iz stena i zemljišta dospe u podzemne vode, rudnike, pećine, podrume i druge zatvorene prostore.

Najveći deo zdravstvenog rizika pri udisanju radona potiče od njegovih kratkoživećih produkata raspada, dok se veliki deo samog udahnutog gasa ponovo izdahne. Radon se redom pretvara u **radioaktivne izotope polonijuma, olova i bizmuta**, koji su na sobnoj temperaturi čvrste materije. Ovi produkti mogu se vezati za čestice aerosola i nakon udisanja taložiti u disajnim putevima. Njihovim daljim raspadom nastaje jonizujuće zračenje, pri čemu poseban značaj za oštećenje bronhijalnog epitela[155] imaju **alfa-čestice** koje emituju izotopi polonijuma. Alfa-zračenje ima vrlo malu prodornu moć, ali na kratkom rastojanju predaje veliku količinu energije, pa može oštetiti ćelije bronhijalnog epitela na kojima su se radioaktivne čestice zadržale.

Najpouzdanije utvrđena zdravstvena posledica dugotrajnog izlaganja radonu jeste **rak pluća**. Svetska zdravstvena organizacija procenjuje da radon, u zavisnosti od prosečne izloženosti i učestalosti pušenja u određenoj zemlji, doprinosi nastanku približno **3-14% svih karcinoma pluća**. Rizik se povećava za oko 16% sa svakim povećanjem dugoročne prosečne koncentracije radona za 100 Bq/m^3. Posebno je izraženo zajedničko dejstvo radona i duvanskog dima, zbog čega je kod pušača verovatnoća obolevanja usled izloženosti radonu višestruko veća nego kod nepušača.

Radon iz zemljišta prodire u zgrade kroz pukotine u temeljima i podovima, spojeve poda i zidova, prostore oko cevi, odvode i druge otvore koji povezuju unutrašnjost objekta sa podlogom. Ulasku radona pogoduje niži pritisak vazduha u zgradi nego u zemljištu ispod nje. Takva razlika može nastati usled zagrevanja prostorija ili rada ventilacionih uređaja koji izvlače vazduh iz objekta. Koncentracije su zato često najviše **u podrumima i prizemnim prostorijama**, mada mogu biti povišene i na višim spratovima. Provetravanje najčešće smanjuje koncentraciju u vazduhu, dok se trajnije rešavanje problema postiže zaptivanjem ulaznih puteva i izvlačenjem vazduha iz prostora ispod temelja.

155 *Bronhijalni epitel je sloj ćelija koji oblaže unutrašnju površinu bronhija. Predstavlja zaštitnu barijeru i učestvuje u uklanjanju udahnutih čestica i mikroorganizama.*

Na otvorenom se radon brzo razređuje, a prosečne koncentracije obično iznose 5-15 Bq/m^3. U zatvorenim prostorima koncentracije mogu varirati od svega nekoliko desetina do više hiljada Bq/m^3, pa se izloženost pouzdano procenjuje višemesečnim merenjem, a ne na osnovu mirisa, izgleda objekta ili jednog kratkotrajnog očitavanja. Svetska zdravstvena organizacija preporučuje državama da kao referentnu vrednost za prosečnu godišnju koncentraciju radona u stambenim prostorima usvoje 100 Bq/m^3. Kada se zbog lokalnih uslova ne može usvojiti referentna vrednost od 100 Bq/m^3, SZO preporučuje da ona ne bude viša od 300 Bq/m^3.

RADIOAKTIVNOST BANJSKE VODE

Podzemna voda koja prolazi kroz stene bogate uranijumom i radijumom može rastvoriti radon i druge prirodne radionuklide.[156] Njihova koncentracija zavisi od sastava stene, dubine izvora, vremena zadržavanja vode pod zemljom, temperature, pritiska i uslova kontakta vode sa vazduhom. Radon je gas i lako napušta vodu, naročito kada se ona zagreva, raspršuje, pumpa, pretače ili intenzivno meša. Zbog toga se njegova koncentracija smanjuje na putu od izvora do bazena, dok istovremeno može rasti koncentracija u vazduhu zatvorenog kupališta.

Za kupača je, dakle, važna i radioaktivnost vode i koncentracija radona u vazduhu neposredno iznad nje. Pri tuširanju, kupanju, radu mlaznica i hidromasažnih sistema radon prelazi u vazduh i može se udahnuti. Manja količina može privremeno proći i kroz kožu, ali raspoloživi modeli i merenja pokazuju da je u brojnim termalnim objektima inhalacija najvažniji put izlaganja.

Za razvrstavanje radonskih mineralnih voda danas ne postoji jedinstven međunarodni kriterijum. U Poljskoj se kao prag za lekovitu radonsku vodu koristi koncentracija od 74 Bq/L, u Austriji 370 Bq/L, u Nemačkoj i Slovačkoj 666 Bq/L, a u Češkoj čak 1 500 Bq/L. Japan primenjuje dve povezane kategorije. Koncentracija radona od najmanje 74 Bq/kg dovoljna je da voda, uz druge moguće kriterijume, bude svrstana među termalne izvore, dok je za oznaku terapijskog radioaktivnog izvora potrebno najmanje 111 Bq/kg. Ove velike razlike pokazuju da navedene vrednosti prvenstveno služe zakonskom i balneološkom razvrstavanju izvora, a ne predstavljaju granicu između bezbedne i opasne izloženosti.

156 *Radionuklid je vrsta atoma sa nestabilnim jezgrom koje podleže radioaktivnom raspadu. Izotopi istog elementa imaju jednak broj protona, ali različit broj neutrona. Broj uz naziv, kao u oznaci uranijum-238, predstavlja ukupan broj protona i neutrona u jezgru.*

Savremena procena zdravstvenog značaja zato se ne završava merenjem radona na samom izvoru. U obzir se uzimaju koncentracija radona u vodi koja dospeva do kupališta, njegovo oslobađanje u vazduh, ventilacija prostorije, vrsta procedure, trajanje i broj tretmana, jer primljena doza može znatno varirati između kupanja u otvorenom bazenu, kupanja u kadi u zatvorenom prostoru i boravka u podzemnoj terapijskoj galeriji.

Među poznatim evropskim centrima u kojima se primenjuje radonska balneoterapija nalaze se *Jáchymov* u Češkoj, *Bad Brambach* i *Bad Steben* u Nemačkoj, *Gasteinu* u Austriji i *Lądek-Zdrój* u Poljskoj, dok je u Japanu najpoznatiji primer *Misasa Onsen*. U Gasteinu se, pored kupanja, primenjuje i boravak u toplim i vlažnim rudarskim galerijama sa visokom koncentracijom radona u vazduhu. I u Srbiji postoje izvori radonskih voda i područja sa povišenom prirodnom radioaktivnošću. Među njima je naročito proučavana Niška Banja. Merenja su u pojedinim prostorijama i podrumima ovog kompleksa pokazala veoma visoke koncentracije, sa maksimalnom izmerenom vrednošću od oko 22 900 Bq/m^3 u podrumu stacionara „Radon". Ovakvi nalazi posebno naglašavaju potrebu za kontrolom ventilacije i profesionalne izloženosti zaposlenih, čiji je boravak neuporedivo duži od trajanja terapijske procedure jednog pacijenta.

Ramsar kao prirodni radiobiološki eksperiment

Jedan od najzanimljivijih primera prirodno povišene radioaktivnosti nalazi se u oblasti **Ramsara, na severu Irana.** Radijum i njegovi produkti raspada dospevaju na površinu termalnim izvorima, talože se u zemljištu i stenama, a deo tog materijala ranije je korišćen i za izgradnju kuća u ovoj oblasti. Radioaktivnost je izrazito neravnomerno raspoređena, pa su najveće vrednosti ograničene na pojedine četvrti i objekte, dok ljudi u većem delu grada imaju znatno nižu izloženost. U najizloženijim kućama procenjene godišnje efektivne doze iznosile su više desetina milisiverta, a dostizale su i 200 mSv, što znatno premašuje svetski prosek godišnje efektivne doze iz prirodnih izvora.

Ramsar je postao važno područje za proučavanje posledica dugotrajnog života u uslovima visoke prirodne radioaktivnosti. U istraživanju koje je obuhvatilo 15 starijih žena iz najizloženijeg dela Ramsara i 10 žena iz obližnje kontrolne oblasti, analiza 77 714 limfocita pokazala je da hronična izloženost ostavlja merljiv trag u genetskom materijalu. Kod stanovnica Ramsara zabeležena je približno četiri puta veća učestalost abnormalnih hromozoma i hromozomskih aberacija.[157]

157 *Hromozomske aberacije u ovom kontekstu označavaju strukturne promene genetičkog materijala, poput prekida i nepravilnog spajanja delova hromozoma.*

U drugom istraživanju ispitivan je odgovor limfocita stanovnika Ramsara na dodatno laboratorijsko ozračivanje. Nakon što su limfociti stanovnika Ramsara i ispitanika iz kontrolne grupe u laboratoriji izloženi dozi od 1,5 Gy,[158] u grupi stanovnika Ramsara zabeleženo je 0,098 hromozomskih aberacija po ćeliji, a u kontrolnoj grupi 0,176. Učestalost aberacija nakon dodatnog ozračivanja bila je, dakle, približno 44% manja kod stanovnika Ramsara nego u kontrolnoj grupi. Autori su ovaj nalaz protumačili kao mogući **radioadaptivni odgovor**, pri kojem dugotrajna prethodna izloženost menja sposobnost ćelije da prepozna i popravi oštećenja nastala posle nove doze zračenja.

Posmatrani zajedno, nalazi ukazuju na mogućnost da hronično zračenje povećava učestalost hromozomskih oštećenja, ali istovremeno **podstiče ćelijski odgovor na naknadno ozračivanje**. Takav mogući radioadaptivni odgovor ne znači da je izloženost korisna niti da uklanja prethodno nastala oštećenja. Pošto su obe studije obuhvatile mali broj ljudi i koristile različite uzorke i postupke, radioadaptivni odgovor ostaje zanimljiva, ali još nedovoljno potvrđena pojava.

Rudari i dokaz o štetnosti radona

Najubedljiviji epidemiološki dokazi o kancerogenom dejstvu radona potiču iz istraživanja sprovedenih na rudarima. **U rudnicima uranijuma** i drugim slabo provetrenim podzemnim kopovima radon i njegovi produkti raspada mogu dostići koncentracije znatno veće od onih u većini kuća i banjskih objekata. Savremena objedinjena analiza sedam kohorti rudara obuhvatila je 4,3 miliona osoba-godina praćenja[159] i 7 754 smrtna slučaja od raka pluća. Pokazana je jasna veza između kumulativne izloženosti produktima raspada radona i smrtnosti od raka pluća, pri čemu je rizik rastao sa ukupno primljenom dozom.

Pušenje, prašina, silicijum-dioksid i drugi faktori radnog okruženja mogu dodatno uticati na zdravlje rudara, ali obim prikupljenih podataka i doslednost nalaza omogućili su izdvajanje posebnog doprinosa radona. Nalazi istraživanja sprovedenih među rudarima kasnije su potvrđeni istraživanjima stanovništva u Evropi, Severnoj Americi i Kini, koja su pokazala porast rizika i pri koncentracijama uobičajenim za stambene prostore. Radon zato predstavlja jedan od vodećih uzroka raka pluća i najvažniji uzrok ove bolesti među faktorima koji potiču iz zatvorenog životnog prostora.

158 *Grej (Gy) je jedinica apsorbovane doze zračenja. Doza od jednog greja znači da je jedan kilogram materije apsorbovao jedan džul energije zračenja.*

159 *Osoba-godina je jedinica ukupnog vremena praćenja učesnika istraživanja. Na primer, praćenje 100 osoba tokom deset godina daje ukupno 1 000 osoba-godina.*

Savremeni rudnici koriste snažnu ventilaciju, kontrolu izvora, lične dozimetre[160] i redovno merenje produkata raspada radona. Isti princip važi i za radonske banje, pa voda bogata radonom može biti deo kratke i dozirane terapijske procedure, ali se vazduh u prostorijama mora nadzirati zbog zaposlenih koji su mu izloženi više sati dnevno, tokom više godina.

DA LI JE RADONSKA TERAPIJA KORISNA?

Zdravstveni efekti jonizujućeg zračenja dele se na reakcije tkiva, ranije nazivane **determinističkim efektima, i stohastičke efekte**. Reakcije tkiva nastaju kada primljena doza pređe određeni prag i oštеti dovoljno veliki broj ćelija, a sa povećanjem doze raste težina oštećenja. U ovu grupu spadaju opekotine kože, oštećenje koštane srži i akutni radijacioni sindrom,[161] koji nastaju pri dozama neuporedivo većim od onih tokom uobičajenog banjskog tretmana.

Stohastički efekti, među kojima je najvažniji nastanak malignih bolesti, imaju drugačiju prirodu. Izlaganje maloj dozi ne znači da će osoba oboleti. U radiološkoj zaštiti polazi se od pretpostavke da i male doze mogu povećati verovatnoću razvoja malignih bolesti tokom života. Međutim, ishod zavisi i od životnog doba, genetske i biološke osetljivosti, zahvaćenog tkiva, ukupne doze, trajanja izlaganja i drugih faktora rizika, pa će kod većine izloženih osoba bolest izostati, dok se povećanje rizika može uočiti tek poređenjem velikih grupa ljudi. Sa porastom doze raste verovatnoća obolevanja, ali eventualni tumor nije teži zato što je nastao posle veće doze. U radiološkoj zaštiti se zato iz predostrožnosti pretpostavlja da i male doze nose izvestan rizik.

Naravno, izloženost tokom boravka u radonskoj banji razlikuje se od izloženosti nakon nuklearne nesreće ili tokom rada u slabo provetrenom rudniku. Presudni su ukupna apsorbovana doza, vrsta zračenja, zahvaćeni organ, brzina primanja doze i trajanje izlaganja. U savremenim programima radonske balneoterapije procenjena efektivna doza često se kreće približno između 0,2 i 0,5 mSv, mada zavisi od koncentracije radona, vrste procedure i broja ponavljanja. Takva doza predstavlja deo prosečne godišnje prirodne izloženosti, ali se i dalje uračunava u ukupnu izloženost jonizujućem zračenju tokom života.

Istorijske indikacije za boravak u radonskoj banjama obuhvatale su **reumatoidni artritis, degenerativna oboljenja zglobova i kičme, ankilozirajući spondilitis,[162] neuralgije,[163] psorijazu, hronične bolesti disajnih puteva i migrenu**.

160 *Dozimetar je uređaj ili detektor koji služi za merenje ili procenu primljene doze jonizujućeg zračenja tokom određenog perioda.*

161 *Akutni radijacioni sindrom je skup zdravstvenih poremećaja koji nastaju nakon izlaganja celog tela ili njegovog velikog dela visokoj dozi jonizujućeg zračenja u kratkom vremenu. Naročito mogu biti pogođeni koštana srž i sistem organa za varenje.*

162 *Ankilozirajući spondilitis je hronična zapaljenska bolest koja prvenstveno zahvata kičmu i zglobove između krsne kosti i karlice. Izaziva bol i ukočenost, a vremenom može dovesti do srastanja pršljenova i smanjenja pokretljivosti kičme.*

163 *Neuralgija je bol duž područja koje snabdeva određeni nerv, najčešće povezan sa njegovim nadražajem ili oštećenjem. Često se opisuje kao oštar, probadajući bol ili bol nalik električnom udaru.*

Najviše podataka o terapijskom učinku odnosi se na ublažavanje hroničnog bola, dok se nalazi za druge indikacije uglavnom zasnivaju na manjim studijama i iskustvu pojedinih centara. Njihovo tumačenje otežava zajedničko dejstvo toplote, vode, odmora, fizioterapije i klimatskih uslova.

Važan problem u proceni terapijskog učinka jeste činjenica da i sama topla kupka smanjuje bol, opušta mišiće, povećava pokretljivost i utiče na subjektivni osećaj dobrobiti. Da bi se utvrdio poseban doprinos radona, radonska kupka mora se uporediti sa kupkom iste temperature i trajanja, ali bez radona. U istraživanju RAD-ON02 116 pacijenata sa hroničnim degenerativnim oboljenjima kičme i zglobova koristilo je seriju radonskih ili običnih toplih kupki. Četiri nedelje nakon tretmana smanjenje bola i jutarnje ukočenosti bilo je izraženije u grupi izloženoj radonu. Posle 12 i 24 nedelje obe vrste kupki bile su povezane sa sličnim smanjenjem bola, pa je poseban doprinos radona bio najuočljiviji u ranijem periodu praćenja.

U okviru sistematskog pregleda i meta-analize objavljenih 2026. godine, poređenje radonskih tretmana sa kontrolnim postupcima zasnivalo se na pet studija. Pri srednjoročnom i dugoročnom praćenju utvrđena je statistički značajna prednost radonskih tretmana u **smanjenju bola**.

Mehanizam mogućeg smanjenja bola još nije potpuno razjašnjen. Ispituju se prolazne promene u zapaljenskim procesima, imunskom odgovoru, metabolizmu koštanog tkiva i prenošenju bolnih nadražaja, a razmatrana je i pretpostavka da radioaktivni produkti raspada radona, poput izotopa polonijuma, olova i bizmuta, dospevaju u tkiva i utiču na nervne puteve uključene u prenos i obradu bolnih nadražaja. Međutim, studije za sada nisu omogućile da se poboljšanje pripiše jednom određenom mehanizmu.

Radonska terapija može imati mesto kao vremenski ograničena dopuna lečenju pacijenata sa hroničnim bolnim oboljenjima mišićno-koštanog sistema, uz unapred određen broj tretmana i medicinski nadzor. Trudnoća predstavlja kontraindikaciju za radonsku terapiju, pa se trudnice ne uključuju u programe radonskih kupki, inhalacionih postupaka niti boravka u radonskim terapijskim galerijama. U radonskim lečilištima isto se ograničenje primenjuje i na decu i adolescente, dok se kod ostalih pacijenata korist mora procenjivati u odnosu na dodatnu dozu zračenja i mogućnost primene drugih postupaka sa sličnim terapijskim efektom. Kod zdravih ljudi radonsko zračenje **nema utvrđenu preventivnu ili podmlađujuću vrednost**.

2.7. UTICAJ BORAVKA U PRIRODNOM OKRUŽENJU NA ZDRAVLJE

Boravak u prirodi predstavlja važan deo zdravstveno usmerenog odmora i obuhvata aktivnosti od laganih šetnji kroz parkove i šume do dužih pešačkih tura. Pri razmatranju koristi boravka treba uzeti u obzir osobine okruženja i aktivnosti koje se u njemu odvijaju. Vegetacija, prirodni zvuci, prijatna mikroklima[164] i udaljavanje od svakodnevnih zahteva mogu doprineti opuštanju, dok hodanje, istraživanje predela i zajedničke aktivnosti podstiču kretanje i društvene kontakte.

Poseban pristup razvijen je u Japanu pod nazivom *shinrin-yoku*, koji se najčešće prevodi kao „kupanje u šumi". Izraz je uveden 1982. godine i označava boravak u šumi uz pažljivo opažanje okruženja. Takav boravak može uključivati sporo hodanje, sedenje, posmatranje krošnji, slušanje ptica i opažanje mirisa biljaka i zemljišta.

Jedan od najbolje proučenih odgovora na šumsko okruženje jeste promena autonomne regulacije funkcija organizma.[165] U terenskim ispitivanjima sprovedenim u 24 japanske šume, koja su obuhvatila ukupno 280 mladih muškaraca, boravak u šumi bio je praćen **nižim vrednostima srčane frekvencije, krvnog pritiska i koncentracije kortizola u pljuvački** nego boravak u gradu. Ovi nalazi odgovaraju stanju fiziološkog opuštanja, u kojem se smanjuje pobuđenost povezana sa stresom. Povoljni odgovori zabeleženi su i tokom hodanja i tokom sedenja uz posmatranje predela, što ukazuje na doprinos samog okruženja, uz efekte fizičke aktivnosti.

Koncentracija kortizola jedan je od pokazatelja tog odgovora, ali njeno tumačenje zahteva uvažavanje prirodnih dnevnih oscilacija. U jednom istraživanju tokom osam nedelja praćeno je 36 odraslih osoba koje su boravile u prirodnom okruženju po sopstvenom izboru. Analiza koja je uzela u obzir uobičajeni dnevni **pad kortizola** pokazala je dodatno snižavanje njegove koncentracije povezano sa boravkom u prirodi. Najveći pad po jedinici vremena uočen je pri boravku od približno 20 do 30 minuta, dok se tokom dužih poseta snižavanje nastavljalo sporije.

Smanjenje napetosti i promena autonomnog tonusa mogu biti naročito značajni kod osoba sa povišenim krvnim pritiskom. U malom istraživanju sa 24 starije osobe sa hipertenzijom, sedmodnevni boravak u šumskom području doveo je do **većeg sniženja pritiska** nego boravak u gradskom okruženju.

164 *Mikroklima obuhvata klimatske uslove na malom prostoru, poput temperature, vlažnosti, strujanja vazduha i osunčanosti, koji se mogu razlikovati od uslova u široj okolini.*

165 *Autonomna regulacija je upravljanje nevoljnim funkcijama organizma, poput srčanog rada, krvnog pritiska i varenja, posredstvom autonomnog nervnog sistema. Autonomni tonus označava osnovni nivo aktivnosti tog sistema.*

Zabeležene su i niže koncentracije endotelina-1 i homocisteina. Endotelin-1 je snažan vazokonstriktor,[166] dok je povišena koncentracija homocisteina povezana sa vaskularnim rizikom. Promene ovih pokazatelja pružaju moguće fiziološko objašnjenje zdravstvenih koristi, ali na osnovu tako kratkog istraživanja nije moguće utvrditi da li se dugoročno smanjuje učestalost infarkta ili moždanog udara.

Među potencijalno delotvornim činiocima šumskog okruženja jesu isparljiva organska jedinjenja koja oslobađaju biljke, često obuhvaćena nazivom **fitoncidi**. U malom istraživanju sa 12 zdravih muškaraca, izlaganje isparljivim sastojcima ulja japanskog čempresa tokom tri noćenja u hotelu bilo je praćeno povećanjem aktivnosti NK ćelija, odnosno ćelija prirodnih ubica, koje učestvuju u prepoznavanju i uništavanju virusima zaraženih i tumorskih ćelija. Ovakav nalaz podržava pretpostavku o biološkom dejstvu biljnih isparenja. Međutim, pošto nije sproveden uporedni boravak u istim uslovima bez tih isparenja, njihovo dejstvo nije moguće pouzdano odvojiti od efekta odmora.

Psihološke koristi često su najneposrednije uočljiv deo ovakvog odmora. Učesnici istraživanja opisuju smanjenje napetosti, razdražljivosti, potištenosti i zamora, uz veći osećaj energije. Jedno od mogućih objašnjenja pruža teorija obnove pažnje. Prema ovoj teoriji, prirodni prizori mogu privući pažnju bez stalnog napora da se potiskuju ometajući nadražaji, što olakšava oporavak od mentalnog zamora. Boravak u prirodi može uticati i na sklonost ponavljajućim negativnim mislima. U jednom eksperimentu učesnici su nakon devedesetominutne šetnje kroz prirodno okruženje prijavljivali smanjenje ruminacije, odnosno upornog vraćanja na neprijatne misli o sebi, dok gradska šetnja nije imala isti efekat.

Dodatni uvid pruža istraživanje iz 2022. godine sa 63 zdrave odrasle osobe koje su 60 minuta šetale kroz šumu ili prometnu ulicu u Berlinu. Pre i posle šetnje njihova moždana aktivnost merena je funkcionalnom magnetnom rezonancom.[167] Nakon šetnje u prirodi **smanjila se aktivnost amigdale,** strukture uključene u obradu emocionalno značajnih nadražaja i odgovor na stres, tokom posmatranja fotografija lica. Nakon gradske šetnje njena aktivnost ostala je približno nepromenjena. Pošto su obe grupe hodale jednako dugo, nalaz dodatno ukazuje na značaj okruženja u kojem se aktivnost odvija.

166 *Vazokonstriktor je supstanca koja izaziva sužavanje krvnih sudova i time povećava otpor proticanju krvi.*

167 *Funkcionalna magnetna rezonanca je metoda snimanja kojom se aktivnost pojedinih delova mozga procenjuje posredno, najčešće na osnovu promena u oksigenaciji krvi koje prate aktivnost nervnih ćelija.*

Vizuelne osobine prirodnog okruženja takođe mogu uticati na raspoloženje i doživljaj napora. U malom eksperimentu iz 2012. godine, 14 ispitanika vozilo je sobni bicikl tokom tri petominutna zadatka jednakog intenziteta, gledajući isti snimak seoskog predela u prirodnim bojama, sivoj skali ili sa crvenim filterom. Pri posmatranju originalnog snimka, u kojem je dominirala zelena boja, učesnici su prijavljivali **manji subjektivni napor i povoljnije ukupno raspoloženje** nego u druga dva slučaja. Značaj prizora vode pokazala su i dva istraživanja u kojima je korišćeno ukupno 120 fotografija prirodnih i izgrađenih predela, od kojih je polovina sadržala vodene površine. Ispitanici su prizore sa vodom povezivali sa prijatnijim emocijama. Čak su i prizori izgrađenih sredina sa vodom uglavnom ocenjeni podjednako povoljno kao prirodni zeleni predeli.

Pitanje koliko vremena treba provoditi u prirodi privuklo je veliku pažnju nakon istraživanja koje je obuhvatilo 19 806 odraslih osoba u Engleskoj. U poređenju sa osobama koje prethodne nedelje nisu rekreativno boravile u prirodi, učesnici koji su prijavili najmanje 120 minuta takvog boravka češće su svoje zdravlje ocenjivali kao dobro i izveštavali o većoj dobrobiti. Povezanost je bila najizraženija pri boravku od približno **200-300 minuta nedeljno,** bez jasnog daljeg porasta koristi. Nije bilo presudno da li je ukupno vreme u prirodi provedeno tokom jedne duže ili više kraćih poseta. Sličan obrazac uočen je u više demografskih grupa, uključujući starije osobe i osobe sa dugotrajnim zdravstvenim ograničenjima. Ovih 120 minuta predstavlja orijentir iz opservacionog istraživanja,[168] a neposredni fiziološki odgovori, opisani u prethodnim eksperimentima, mogu se javiti i pri znatno kraćim boravcima.

168 *Opservaciono istraživanje je istraživanje u kojem se posmatra povezanost postojećih navika, izloženosti i zdravstvenih ishoda, bez toga da istraživači učesnicima određuju ispitivanu aktivnost ili tretman.*


III Deo



SAVREMENE *WELLNESS* PRAKSE IZMEĐU DOKAZA I MARKETINGA

3. SAVREMENE *WELLNESS* PRAKSE IZMEĐU DOKAZA I MARKETINGA

3.1. SAUNA I ZDRAVLJE

Sauna predstavlja oblik pasivnog izlaganja toploti, ali taj naziv obuhvata nekoliko prilično različitih režima. U tradicionalnoj **finskoj sauni temperatura vazduha obično iznosi od 70 do 100 °C, uz relativnu vlažnost od približno 10 do 20%**, koja se nakratko povećava kada se voda polije po zagrejanom kamenju. Jedna sesija u sauni najčešće traje između 5 i 20 minuta, a može se ponoviti nakon odmora i postepenog rashlađivanja. U **parnom kupatilu temperatura vazduha znatno je niža, uglavnom od 40 do 50 °C, ali se relativna vlažnost približava 100%, dok infracrvene saune rade pri temperaturama od približno 45 do 60 °C** i toplotu prenose zračenjem, uz manje zagrevanje okolnog vazduha. Rezultati dobijeni u jednom od ovih režima zato se ne mogu automatski pripisivati ostalima.

Razlika između suve i vlažne toplote nije samo pitanje prijatnosti. U suvoj sauni znoj može efikasnije da isparava i tako hladi telo, dok visoka vlažnost u parnom kupatilu gotovo onemogućava isparavanje. Zbog toga vlažna toplota može predstavljati podjednako, pa čak i veće fiziološko opterećenje, uprkos znatno nižoj temperaturi vazduha. U eksperimentu sa deset zdravih muškaraca, koji su u svakom od dva režima boravili tri puta po 15 minuta, parna sauna izazvala je veći porast unutrašnje telesne temperature i srčane frekvencije i veće ukupno toplotno opterećenje nego suva sauna.

Toplota širi krvne sudove kože i usmerava veći deo krvi prema površini tela, dok srce ubrzava rad kako bi održalo cirkulaciju i omogućilo odavanje toplote. U finskoj sauni **srčana frekvencija može dostići približno 120-150 otkucaja u minuti**, u zavisnosti od temperature, trajanja boravka, položaja tela i fizičke spremnosti korisnika. Takav odgovor u određenoj meri podseća na odgovor organizma tokom lagane ili umerene fizičke aktivnosti. Ipak, sauna ostaje oblik pasivnog izlaganja toploti i ona ne podrazumeva aktivan rad mišića, ne razvija snagu i ne izaziva sve metaboličke i funkcionalne promene koje donosi trening.

Jedna meta-analiza je pokazala da se tokom boravka u sauni unutrašnja telesna temperatura u proseku povećava za oko 0,94 °C, a srčana frekvencija za približno 18 otkucaja u minuti. Posle tretmana sistolni pritisak bio je u proseku niži za 5,55 mmHg, a dijastolni za 6,50 mmHg. Ove prosečne vrednosti obuhvataju različite režime, temperature i populacije, pa ne znače da će svaka osoba reagovati na isti način. Širenje krvnih sudova kod osoba sklonih hipotenziji može izazvati **vrtoglavicu, malaksalost ili kratkotrajan gubitak svesti**, naročito pri naglom ustajanju ili ako je osoba dehidrirana.

EFEKTI BORAVKA U SAUNI NA ZDRAVLJE I SMRTNOST

Najpoznatije istraživanje obuhvatilo je 2 315 muškaraca iz istočne Finske, starih između 42 i 60 godina. Medijana trajanja praćenja[169] iznosila je 20,7 godina. U poređenju sa muškarcima koji su saunu koristili jednom nedeljno, kod onih koji su je koristili četiri do sedam puta nedeljno zabeležen je 63% manji rizik od iznenadne srčane smrti, 48% manji rizik od smrti usled koronarne bolesti srca, 50% manji rizik od kardiovaskularne smrti i 40% manji rizik od smrti od svih uzroka.

Prilikom obrade rezultata uzeti su u obzir starost, krvni pritisak, koncentracija LDL holesterola, upotreba cigareta, upotreba alkohola, telesna masa, prisustvo dijabetesa, prethodni infarkt miokarda, fizička aktivnost, kardiorespiratorna sposobnost[170] i socioekonomski položaj. Time je umanjen uticaj važnih pratećih činilaca, ali su ostale moguće razlike u životnim navikama, psihičkom stanju, društvenim kontaktima i opštem zdravstvenom ponašanju. Na rezultate je mogla uticati i činjenica da osobe slabijeg zdravlja ređe i kraće koriste saunu.

Kasnija finska studija, sprovedena na 1 688 muškaraca i žena, takođe je povezala češće i duže korišćenje saune sa **manjom kardiovaskularnom smrtnošću**. Ovim su nalazi prošireni i na žene, ali najubedljiviji podaci o smrtnosti i dalje potiču iz Finske i iz međusobno povezanih istraživačkih programa. Njihova potvrda u velikim kohortama iz drugih zemalja, sa drugačijim životnim navikama i režimima korišćenja saune, omogućila bi sigurniju procenu opšte primenljivosti rezultata.

Kontrolisana ispitivanja daju umerenije i ne sasvim ujednačene rezultate. U jednom ispitivanju iz 2022. godine učestvovalo je 47 fizički nedovoljno aktivnih osoba, prosečne starosti 49 godina, koje su imale najmanje jedan kardiovaskularni faktor rizika. Tokom osam nedelja jedna grupa je vežbala prema standardnom programu, druga je isti trening završavala petnaestominutnim boravkom u sauni, dok je treća nastavila uobičajeni način života. Dodavanje saune treningu bilo je povezano sa dodatnim **poboljšanjem kardiorespiratorne sposobnosti** za 2,7 mL/kg/min, smanjenjem sistolnog pritiska za oko 8 mmHg i nižom koncentracijom ukupnog holesterola u poređenju sa samim vežbanjem. Istraživanje je, međutim, bilo malo i nije sadržalo grupu koja je koristila isključivo saunu, pa pokazuje moguću dopunsku vrednost saune uz trening, a ne njeno izolovano dejstvo.

169 *Medijana je središnja vrednost niza. U ovom slučaju polovina ispitanika praćena je kraće, a polovina duže od navedenog vremena.*

170 *Kardiorespiratorna sposobnost je sposobnost srca, pluća i krvotoka da obezbede kiseonik aktivnim mišićima i sposobnost mišića da ga iskoriste tokom fizičkog napora.*

U studiji sa 41 osobom sa stabilnom koronarnom bolešću, boravak u finskoj sauni četiri puta nedeljno tokom osam nedelja nije poboljšao funkciju endotela[171] ni mikrocirkulaciju,[172] niti je smanjio krutost arterija ili snizio krvni pritisak. Ovaj rezultat je važan jer pokazuje da akutno širenje krvnih sudova i pad pritiska posle jednog boravka u sauni ne moraju prerasti u trajno poboljšanje vaskularne funkcije.

Poseban režim izlaganja toploti primenjuje se u **japanskoj infracrvenoj sauni**, u okviru takozvane terapije *Waon*. Pacijenti provode 15 minuta u sauni zagrejanoj na 60 °C, a zatim još 30 minuta odmaraju ležeći, pokriveni ćebetom, kako bi se toplota duže zadržala u telu. Sistematski pregled obuhvatio je devet kontrolisanih studija kod pacijenata sa srčanom insuficijencijom,[173] od kojih je sedam uključeno u meta-analizu. U tim ispitivanjima terapija je primenjivana pet puta nedeljno tokom dve do četiri nedelje. Zabeleženo je blago poboljšanje ejekcione frakcije leve komore,[174] dok se sistolni i dijastolni krvni pritisak nisu značajno promenili. Kvalitet dokaza procenjen je kao umeren do nedovoljan, a objedinjeni rezultati nisu omogućili pouzdanu procenu dugoročnih ishoda, poput hospitalizacija i preživljavanja.

Podaci o uticaju saune na koncentraciju masnoća u krvi takođe potiču iz malih istraživanja. U jednoj studiji, sprovedenoj na 16 mladih i fizički aktivnih muškaraca koji su tokom tri nedelje deset puta koristili saunu, zabeleženo je privremeno **smanjenje ukupnog i LDL holesterola, kao i triglicerida**, dok nije zabeležen značajan porast koncentracije HDL holesterola. Vrednosti ukupnog i LDL holesterola počele su da se vraćaju na početni nivo već tokom prve i druge nedelje po završetku programa. Ovaj nalaz ukazuje na moguć kratkotrajan metabolički odgovor, ali zbog malog broja ispitanika, odsustva odgovarajuće kontrolne grupe i prolaznosti promena ne pruža osnov da se sauna smatra zamenom za pravilnu ishranu, fizičku aktivnost ili terapiju poremećaja lipidnog profila.

Ponavljano izlaganje toploti može poboljšati podnošenje visokih temperatura, povećati zapreminu krvne plazme i olakšati održavanje telesne temperature tokom narednog boravka u toploj sredini. Ovaj oblik toplotne aklimatizacije najviše je proučavan kod sportista koji su saunu koristili nakon treninga i može imati praktičan značaj za fizičku aktivnost u uslovima visoke spoljne temperature.

171 *Endotel je tanak sloj ćelija koji oblaže unutrašnju površinu krvnih sudova. Učestvuje u regulaciji njihovog širenja i sužavanja, zgrušavanja krvi i zapaljenskih procesa.*

172 *Mikrocirkulacija je protok krvi kroz najmanje krvne sudove, preko kojih se odvija razmena kiseonika, hranljivih materija i produkata metabolizma između krvi i tkiva.*

173 *Srčana insuficijencija je srčana slabost koja može nastati zbog otežanog punjenja srčanih komora ili njihove smanjene sposobnosti da izbacuju krv.*

174 *Ejekciona frakcija leve komore je procenat krvi koji leva komora izbaci pri jednoj kontrakciji u odnosu na količinu krvi koju je sadržala neposredno pre kontrakcije.*

BEZBEDNOST BORAVKA U SAUNI

Procena bezbednosti boravka u sauni kod osoba sa kardiovaskularnim oboljenjima zavisi pre svega od toga da li je bolest stabilna. Osobe sa stabilnom koronarnom bolešću ili dobro kontrolisanom srčanom insuficijencijom najčešće mogu podneti umeren režim, uz prethodnu individualnu procenu lekara. **Nestabilna angina pektoris,**[175] **nedavni infarkt miokarda, teška aortna stenoza**[176] **i dekompenzovana srčana insuficijencija**[177] predstavljaju kontraindikacije za boravak u sauni do stabilizacije zdravstvenog stanja. Dodatni oprez potreban je kod osoba **sklonih naglom padu krvnog pritiska**, osoba sa poremećajima srčanog ritma ili bolestima bubrega, kao i kod onih koji koriste diuretike ili više antihipertenzivnih lekova, jer širenje krvnih sudova i gubitak tečnosti znojenjem mogu pojačati dejstvo terapije.

Alkohol predstavlja jedan od najvažnijih činilaca rizika. U švedskoj forenzičkoj studiji analizirano je 77 smrtnih slučajeva povezanih sa saunom u periodu od 1992. do 2003. godine. Među 69 osoba kojima je određena koncentracija alkohola u krvi, alkohol je otkriven kod 71%, uglavnom u visokim koncentracijama. Alkohol je bio neposredno povezan sa 44% svih smrtnih slučajeva, dok su kardiovaskularna oboljenja predstavljala glavni uzrok kod 23%. Konzumiranje alkohola otežava pravilnu procenu sopstvenog stanja, pojačava dehidraciju i pad krvnog pritiska i povećava verovatnoću gubitka svesti ili predugog boravka u sauni.

Za većinu zdravih odraslih osoba sauna je bezbedna kada su temperatura i trajanje boravka prilagođeni individualnoj podnošljivosti i kada se izgubljena tečnost pravovremeno nadoknađuje. Vrtoglavica, mučnina, neuobičajeno ubrzan ili nepravilan rad srca, bol u grudima i izrazita slabost znaci su da treba odmah napustiti saunu. Parno kupatilo može izazvati veliko toplotno opterećenje i pri nižoj temperaturi, jer visoka vlažnost otežava isparavanje znoja i odavanje toplote. Naglo uranjanje u veoma hladnu vodu posle zagrevanja izaziva brzu promenu tonusa krvnih sudova i dodatno opterećuje srce i cirkulaciju.

Izraženo smanjenje kardiovaskularne i ukupne smrtnosti zabeleženo u finskim kohortama predstavlja važan epidemiološki nalaz i podsticaj za dalja istraživanja. Dosadašnji kontrolisani ogledi potvrđuju pojedine kratkoročne fiziološke koristi, ali još ne omogućavaju da se tačno odredi koliki deo dugoročnog povoljnog ishoda potiče od same saune. Sauna zato može biti dopuna fizičkoj aktivnosti, uravnoteženoj ishrani, kontroli krvnog pritiska i propisanoj terapiji, uz režim prilagođen zdravstvenom stanju i individualnoj podnošljivosti toplote.

175 *Nestabilna angina je stanje nedovoljne prokrvljenosti srčanog mišića kod kojeg se bol ili nelagodnost u grudima javlja u mirovanju, pri sve manjem naporu ili postaje učestalija i izraženija nego ranije.*

176 *Aortna stenoza je izraženo suženje aortnog zaliska, koje otežava izlazak krvi iz leve srčane komore u aortu i povećava opterećenje srca.*

177 *Pogoršanje srčane slabosti, praćeno izraženijim tegobama, poput otežanog disanja i oticanja nogu.*

3.2. KRIOTERAPIJA I TERMOTERAPIJA U *WELLNESS* I SPA PRAKSI

Primena **hladnoće i toplote** u savremenim *wellness* i spa programima obuhvata hladne obloge i kupke, uređaje koji kombinuju hlađenje sa kompresijom,[178] kriokomore, tople obloge, parafinske tretmane[179] i masažu zagrejanim kamenjem. Njihovo dejstvo zavisi od temperature, trajanja i površine izlaganja, ali i od načina prenosa toplote. Voda, vazduh, parafin i kamen različitom brzinom razmenjuju toplotu sa telom, pa sama temperatura navedena u ponudi tretmana nije dovoljna za procenu njegovog intenziteta. Za izbor postupka važan je i cilj terapije, koji može biti privremeno **ublažavanje bola, oporavak posle fizičkog napora, smanjenje ukočenosti ili poboljšanje sna.**

Lokalno hlađenje **sužava krvne sudove, snižava temperaturu tkiva i usporava provođenje nervnih impulsa**, čime se može privremeno smanjiti bol i olakšati pokret. U eksperimentu sa 36 zdravih mladih osoba, petnaestominutna primena hladne obloge, masaže ledom ili potapanja u hladnu vodu usporila je provođenje impulsa kroz senzitivne nerve više nego kroz motorne.[180] Najizraženije promene izazvalo je potapanje u hladnu vodu. Dubina i trajanje hlađenja zavise od primenjenog postupka, debljine potkožnog masnog tkiva i lokalne prokrvljenosti, zbog čega se njegov domet ne može svesti na jednu određenu dubinu u centimetrima.

Ublažavanje bola posle povrede najbolje je potkrepljen efekat lokalne krioterapije. Hlađenje usporava metaboličke procese i smanjuje potrebu tkiva za kiseonikom, što pruža fiziološku osnovu pretpostavci da može, osim ublažavanja bola, ograničiti i sekundarno oštećenje. Međutim, kritički pregled objavljen 2024. godine nije našao potvrdu iz istraživanja na ljudima da primena leda ubrzava regeneraciju povređenih tkiva. Takođe, **nema dovoljno osnova za opštu tvrdnju da hladnoća bolje smanjuje otok od kompresije**.

Kod svežih povreda mekih tkiva praćenih **krvarenjem u tkivo, podlivom i otokom**, kratkotrajno lokalno hlađenje može pomoći u ublažavanju bola i otoka. U toj fazi ne treba primenjivati toplotu, jer širenje krvnih sudova i povećanje lokalnog protoka krvi mogu pojačati krvarenje i oticanje. Hladna obloga postavlja se preko tkanine, a ne neposredno na kožu. Ako postoji otvorena rana koja krvari, prioritet su direktan pritisak i odgovarajuće zbrinjavanje rane, a hlađenje nije zamena za zaustavljanje krvarenja.

178 *Kompresija je primena spoljašnjeg pritiska na deo tela, najčešće pomoću zavoja, kompresivne odeće ili posebnog uređaja. Može ograničiti nakupljanje tečnosti u tkivu i doprineti smanjenju otoka.*

179 *Parafinski tretman podrazumeva primenu zagrejanog parafina, voštane materije koja pri hlađenju i očvršćavanju postepeno odaje toplotu koži.*

180 *Senzitivni nervi prenose informacije o dodiru, temperaturi, bolu i drugim nadražajima prema centralnom nervnom sistemu. Motorni nervi prenose signale iz centralnog nervnog sistema do mišića i omogućavaju njihovu kontrakciju.*

U *wellness* centrima hladne kupke najčešće se nude radi oporavka nakon treninga, trčanja, skijanja ili planinarenja. U sportskim istraživanjima često se primenjuje potapanje u vodu temperature približno **10-15 °C tokom 10-15 minuta**, uz velike razlike između protokola. Ove vrednosti opisuju ispitivane postupke i ne predstavljaju univerzalnu preporuku za svakog posetioca. Meta-analiza iz 2026. godine, koja je obuhvatila 22 ispitivanja, pokazala je da hladne kupke mogu smanjiti mišićni bol nakon napora, ali nisu pouzdano ubrzavale oporavak maksimalne izometrijske snage.[181] Neposredno nakon hlađenja mogla je biti smanjena i sposobnost izvođenja eksplozivnih pokreta.

Redovno hlađenje neposredno nakon treninga snage može imati drugačije dugoročne posledice. U istraživanju koje je obuhvatilo 21 fizički aktivnog muškarca, tokom dvanaest nedelja treninga dva puta nedeljno, desetominutne hladne kupke nakon svake sesije bile su povezane **sa manjim povećanjem mišićne mase** i snage nego aktivni oporavak. Prateća merenja pokazala su slabiju aktivaciju pojedinih signalnih puteva i satelitskih ćelija[182] koje učestvuju u prilagođavanju mišića opterećenju. Meta-analiza iz 2024. godine, koja je obuhvatila osam studija, takođe je ukazala na moguće, uglavnom malo umanjenje mišićne hipertrofije. Ovi nalazi odnose se prvenstveno na ponavljanu primenu hladnih kupki odmah posle treninga, a posledice povremene primene ili dužeg razmaka između treninga i hlađenja slabije su proučene. U programima usmerenim na povećanje mišićne mase zato nije opravdano automatski završavati svaki trening hladnom kupkom.

Izlaganje hladnoj vodi deluje i na autonomni nervni sistem. Naglo hlađenje kože izaziva simpatičku aktivaciju, sužavanje perifernih krvnih sudova i promene disanja i krvnog pritiska. Ovaj odgovor može doprineti **osećaju razbuđenosti,** ali kasniji efekti na stres i raspoloženje zavise od trenutka merenja i uslova izlaganja. Sistematski pregled iz 2025. godine, koji je obuhvatio 3 177 učesnika, pokazao je da je sniženje pokazatelja stresa zabeleženo dvanaest sati nakon izlaganja, ali nije bilo dosledno prisutno neposredno nakon kupke niti u drugim ispitivanim terminima. Nije potvrđeno ni pouzdano neposredno poboljšanje imunskih pokazatelja, dok su pojedini pokazatelji zapaljenja kratkotrajno rasli. Nalazi zato ne podržavaju jednostavno objašnjenje da hladna kupka odmah **„smanjuje svaku upalu"** ili **„jača imunitet"**.

181 *Izometrijska snaga je sposobnost mišića da razvije silu bez vidljivog pokreta u zglobu, kao pri zadržavanju tereta u nepomičnom položaju.*

182 *Satelitske ćelije su matične ćelije smeštene uz mišićna vlakna. Aktiviraju se pri opterećenju ili oštećenju i učestvuju u obnovi i rastu mišića.*

U istraživanju sa 3 018 odraslih osoba, učesnici koji su tokom trideset dana uobičajeno tuširanje završavali hladnom vodom u trajanju od 30, 60 ili 90 sekundi prijavili su, u poređenju sa kontrolnom grupom, približno 29% **manje odsustvovanja sa posla zbog bolesti, ali ne i manje dana tokom kojih su bili bolesni**. Razlike u ishodima između grupa koje su se različito dugo tuširale hladnom vodom nisu bile statistički značajne. Ovakav nalaz može ukazivati na promenu doživljaja sposobnosti za rad ili ponašanja tokom bolesti, ali ne dokazuje da su učesnici ređe dobijali infekcije.

Kriostimulacija u komorama podrazumeva kratkotrajno izlaganje veoma hladnom vazduhu, obično tokom nekoliko minuta. U nekim sistemima koriste se temperature približno od -110 do -140 °C, dok drugi rade na višim temperaturama uz intenzivnije strujanje vazduha. Razlikuju se komore u kojima je izloženo celo telo, uključujući glavu, i kabine u kojima glava ostaje izvan rashlađenog prostora. Kod pojedinih kabina hladnoća se stvara direktnim isparavanjem tečnog azota. Klinička ispitivanja kriostimulacije obuhvatila su i osobe sa hroničnim bolom. U istraživanju na 60 pacijenata sa fibromijalgijom, deset tretmana tokom tri nedelje dodato je uobičajenoj terapiji. U prvom periodu ispitivanja bol se smanjio za približno 3 boda na skali od 0 do 10, naspram 0,3 boda u kontrolnoj grupi, uz poboljšanje pokazatelja uticaja bolesti na svakodnevni život. Nalaz podržava moguću dopunsku ulogu kriostimulacije kod odabranih pacijenata.

Za *wellness* programe zanimljiva su i **istraživanja sna**. U randomizovanom ispitivanju iz 2024. godine, 20 zdravih mladih osoba prošlo je kroz petodnevni period sa svakodnevnom kriostimulacijom i kontrolni period bez nje. Tokom noći nakon tretmana trajanje sporotalasnog, odnosno dubokog sna bilo je u proseku duže za oko sedam minuta. Zabeležene su i povoljne promene subjektivnog kvaliteta sna i raspoloženja, kao i smanjenje anksioznosti, dok se ostali ispitivani parametri sna nisu značajno menjali. To je konkretan nalaz o malom, kratkoročnom poboljšanju kod zdravih osoba, koji još ne potvrđuje efikasnost kriokomora u lečenju nesanice.

Kontrastni postupci podrazumevaju naizmenično izlaganje toploj i hladnoj vodi ili primenu obloga različite temperature. U spa ponudi koriste se kontrastni bazeni, kupke za ekstremitete i tuševi. Promene temperature izazivaju smenjivanje vazodilatacije[183] i vazokonstrikcije, ali tvrdnje da takvo „vežbanje" krvnih sudova uklanja toksine ili trajno poboljšava cirkulaciju prevazilaze dostupne dokaze. Sistematski pregled 18 ispitivanja pokazao je da kontrastne kupke posle napora mogu smanjiti bolnost mišića i gubitak snage u poređenju sa pasivnim odmorom.

183 *Vazodilatacija je širenje krvnih sudova, najčešće usled opuštanja glatkih mišića u njihovim zidovima.*

Primena toplote ima posebnu ulogu kod ukočenosti, mišićne napetosti i pojedinih bolnih stanja. Zagrevanje povećava lokalnu prokrvljenost, menja rastegljivost mekih tkiva i može ublažiti zatezanje mišića. Nadraživanje termoreceptora[184] i drugih kožnih receptora utiče na obradu bolnih signala u nervnom sistemu, pa se može smanjiti doživljaj bola i olakšati razgibavanje. Topla obloga, parafin i zagrejani kamen deluju pretežno preko površinskog prenosa toplote, a njihovo dejstvo zavisi od materijala, temperature, pritiska i trajanja kontakta.

Dobro proučen primer predstavljaju obloge koje nekoliko sati održavaju blagu, relativno stalnu toplotu. U ispitivanju koje je obuhvatilo 371 učesnika sa akutnim nespecifičnim bolom u donjem delu leđa, obloga temperature oko 40 °C, primenjivana osam sati dnevno, pružila je **veće kratkotrajno olakšanje nego ispitivani režimi ibuprofena ili paracetamola**. Praćenje je trajalo svega četiri dana. Širi *Cochrane* pregled devet ispitivanja sa 1 117 učesnika našao je dokaze za malo, kratkotrajno smanjenje bola i funkcionalnih ograničenja kod akutnog i subakutnog bola u leđima, uz dodatnu korist kada se toplota kombinuje sa vežbanjem. Toplota se može koristiti i za ublažavanje odloženog mišićnog bola nakon neuobičajenog napora. Ovi rezultati podržavaju simptomatsku primenu toplote, ali ne tvrdnju da ona sama trajno otklanja hroničan bol.

Parafinske kupke imaju posebno mesto u tretmanima šaka, a postupak se često kombinuje sa vežbama pokretljivosti. U meta-analizi pet randomizovanih ispitivanja sa ukupno 295 pacijenata sa različitim oboljenjima šaka, parafinska terapija smanjila je intenzitet bola u proseku za približno 1,3 boda na vizuelnoj analognoj skali[185] od 0 do 10 u odnosu na kontrolne postupke. Kod osoba sa osteoartritisom zabeležena su i poboljšanja funkcije i pojedinih mera snage hvata, ali treba imati u vidu da se ovi rezultati odnose na ponavljane terapijske postupke kod pacijenata i ne mogu se neposredno preneti na efekat jedne kozmetičke parafinske maske kod zdrave osobe.

Masaža zagrejanim kamenjem i drugi tretmani koji spajaju dodir i toplotu mogu doprineti kratkotrajnom opuštanju i smanjenju osećaja ukočenosti. Teško je razdvojiti doprinos zagrevanja, mehaničkog delovanja masaže i samog odmora, pa se rezultati dobijeni medicinskim toplim oblogama ne mogu automatski pripisati svakom tretmanu koji koristi toplotu.

184 *Termoreceptori su čulni receptori koji registruju promene temperature i prenose informacije važne za osećaj toplote i hladnoće i regulaciju telesne temperature.*

185 *Vizuelna analogna skala (VAS) je način procene intenziteta simptoma označavanjem mesta na liniji, najčešće dugoj deset centimetara. Pri proceni bola jedan kraj označava odsustvo bola, a drugi najjači zamislivi bol.*

Zagrevanje može biti korisno i kao **deo pripreme za spavanje**. U sistematskom pregledu iz 2019. godine primena tople kupke ili tuširanja vodom temperature 40-42,5 °C, približno jedan do dva sata pre odlaska u krevet, bila je povezana sa bržim uspavljivanjem i boljim subjektivnim kvalitetom sna. Povoljni odgovori zabeleženi su i nakon približno deset minuta zagrevanja. Moguće objašnjenje je širenje krvnih sudova kože, naročito šaka i stopala, koje nakon izlaska iz vode olakšava odavanje toplote i pad temperature jezgra tela povezan sa uspavljivanjem.

Bezbednosni rizici hladnih kupki razlikuju se od rizika primene lokalne hladne obloge. Nagli ulazak u hladnu vodu može izazvati refleksni duboki udah, nekontrolisano ubrzano disanje i porast opterećenja srca. Kombinovanje hladnoće, potapanja lica i zadržavanja daha može istovremeno aktivirati suprotne autonomne odgovore i **povećati rizik od aritmija**. U *wellness* programima zato su važni postepen ulazak, nadzor i izbegavanje namerne hiperventilacije[186] ili zadržavanja daha u vodi. Posebnu procenu zahtevaju osobe sa kardiovaskularnim bolestima, nekontrolisanom hipertenzijom i ranijim gubicima svesti. Intenzivno izlaganje hladnoći nije pogodno ni za osobe sa **Rejnoovim sindromom**[187] ili **ozbiljno oslabljenom perifernom cirkulacijom**, uključujući **osobe sa dijabetesom** kod kojih postoji takav poremećaj.

Kod kriokomora i lokalnog hlađenja moguće su hladne opekotine, promrzline i oštećenja površinskih nerava. U kabinama sa direktnim isparavanjem azota postoji i **opasnost od manjka kiseonika**, što zahteva odgovarajuću ventilaciju i stalni nadzor. Kod zagrevanja poseban rizik predstavljaju smanjena osetljivost kože i otežano opažanje prekomerne toplote, kao što je slučaj kod **dijabetičke neuropatije**[188] i **pojedinih neuroloških oštećenja**. Kod **multiple skleroze**[189] porast telesne temperature može privremeno pogoršati postojeće neurološke simptome i bez nastanka opekotine. Pri izboru termičkog tretmana zato treba uzeti u obzir i opšte zdravstveno stanje osobe, pored cilja zbog kojeg se tretman primenjuje.

186 *Hiperventilacija je prekomerna ventilacija pluća u odnosu na metaboličke potrebe organizma, koja dovodi do snižavanja koncentracije ugljen-dioksida u krvi.*

187 *Rejnoov sindrom je poremećaj u kojem hladnoća ili stres izazivaju prekomerno sužavanje sitnih krvnih sudova, najčešće u prstima šaka i stopala. Mogu se javiti prolazne promene boje kože, utrnulost i bol.*

188 *Dijabetička neuropatija je oštećenje nerava povezano sa dijabetesom. Često zahvata stopala i može smanjiti sposobnost opažanja bola, pritiska i temperature.*

189 *Multipla skleroza je hronična bolest centralnog nervnog sistema pri kojoj imunski sistem oštećuje mijelin, zaštitni omotač nervnih vlakana, a mogu biti oštećena i sama vlakna. Zbog toga se remeti prenošenje nervnih signala.*

3.3. VEŽBANJE U VODI

Posebne prednosti vežbanja u vodi proizlaze iz zajedničkog delovanja uzgona, otpora pri kretanju, hidrostatskog pritiska i temperature. **Uzgon** smanjuje deo telesne težine koji se prenosi na podlogu, pa se sa povećanjem dubine uranjanja postepeno rasterećuju zglobovi nogu i kičmeni stub. U istraživanju sprovedenom na 34 zdrave odrasle osobe, pri uranjanju do visine kukova na podlogu se prenosilo približno 53-59% telesne težine, pri uranjanju do donjeg dela grudne kosti oko 32-35%, a pri uranjanju do ključnih kostiju svega 10-12%. Hodanje, čučnjevi i druge vežbe zato se u vodi mogu izvoditi uz znatno manje opterećenja kolena, kukova i kičme, što je naročito korisno osobama kojima su isti pokreti na suvom bolni ili otežani.

Istovremeno, voda pruža otpor koji raste sa brzinom pokreta i površinom dela tela ili rekvizita koji se kroz nju kreće. Opterećenje se zato može jednostavno prilagođavati ubrzavanjem pokreta, promenom položaja šaka ili korišćenjem lopatica i drugih pomagala, bez tegova i naglih udarnih sila. Pošto otpor dolazi iz različitih pravaca, mišići trupa i ekstremiteta neprekidno učestvuju u održavanju ravnoteže i kontroli položaja tela. U vodi se mogu izvoditi i relativno izolovane vežbe, ali nestabilnost ovog medijuma obično zahteva izraženije angažovanje mišića koji stabilizuju trup nego izvođenje istog pokreta na čvrstoj podlozi. Protivklizna podloga, ograda uz ivicu bazena i bezbedan ulazak u vodu posebno su važni za starije osobe i pacijente koji prolaze kroz rehabilitaciju.

Hidrostatski pritisak deluje na telo sa svih strana i povećava se sa dubinom, pa na donje ekstremitete deluje slično kompresiji koja je jača na većoj dubini. Na taj način smanjuje zadržavanje krvi i tečnosti u nogama i olakšava njihov povratak prema grudnom košu. U jednom istraživanju uranjanje do vrata povećalo je minutni volumen srca u mirovanju, odnosno količinu krvi koju srce ispumpa tokom jednog minuta, za približno 50%. Pritisak vode na grudni koš i preraspodela krvi prema grudnoj duplji otežavaju širenje pluća i povećavaju napor potreban za udah. Redovno vežbanje u vodi zato može doprineti jačanju respiratornih mišića, pod uslovom da se sprovodi dovoljno dugo i odgovarajućim intenzitetom.

Temperatura vode bira se prema vrsti i intenzitetu aktivnosti. Voda temperature približno 28-30 °C pogoduje dinamičnom aerobnom treningu, jer omogućava odavanje toplote koja nastaje pri radu mišića, dok se za sporije terapijske vežbe, povećanje pokretljivosti i relaksaciju češće koriste topliji bazeni. U eksperimentu sa jednočasovnim boravkom u vodi temperature 32 °C nisu zabeležene značajne promene telesne temperature ni energetske potrošnje, ali je srčana frekvencija bila niža za oko 15%, a krvni pritisak za približno 12% nego tokom boravka na vazduhu.

Klinička istraživanja potvrđuju da ovakvo rasterećenje omogućava delotvorno vežbanje i osobama sa bolnim mišićno-koštanim oboljenjima. U istraživanju koje je obuhvatilo 60 osoba sa osteoartritisom kolena, program od 16 treninga tokom osam nedelja doveo je do značajnog poboljšanja ukupnog WOMAC skora, kojim se procenjuju bol, ukočenost i funkcionalna sposobnost, a efekti su se održali i do tri meseca nakon završetka programa.

Povoljni rezultati zabeleženi su i kod **hroničnog bola u donjem delu leđa**. U istraživanju sa 113 ispitanika, jedna grupa je tokom tri meseca vežbala u vodi po 60 minuta dva puta nedeljno, dok je druga primala transkutanu električnu stimulaciju nerava[190] i terapiju infracrvenim zračenjem. Dvanaest meseci od početka programa, klinički značajno smanjenje najjačeg bola zabeleženo je kod 69,6% učesnika koji su vežbali u vodi, u poređenju sa 35,1% ispitanika u kontrolnoj grupi. Klinički značajno poboljšanje funkcionalne sposobnosti ostvarilo je 46,4% učesnika iz prve grupe i svega 7,0% iz druge. Bol povezan sa samim programom vežbanja prijavila je samo jedna od 56 osoba koje su vežbale u vodi.

Vežbanje u vodi koristi se i tokom oporavka **nakon ugradnje veštačkog kuka ili kolena**. U istraživanju sa 65 operisanih pacijenata, posebno osmišljen program rane terapije u bazenu ubrzao je oporavak snage mišića kuka, bez neželjenih događaja povezanih sa takvim oblikom rehabilitacije. Ipak, početak programa zavisi od zarastanja operativne rane i procene hirurga ili fizioterapeuta, jer rana mora biti zaštićena od kontakta sa bazenskom vodom.

Povoljni efekti ispitivani su i tokom **trudnoće**. U studiji koja je obuhvatila 390 zdravih trudnica, akvabik je bio delotvorniji od programa vežbanja na suvom u ublažavanju bola. U manjem istraživanju, sprovedenom na devet trudnica sa izraženim oticanjem nogu, nakon 45-minutnog vežbanja u vodi zabeleženo je smanjenje otoka donjih ekstremiteta.

190 *Transkutana električna stimulacija nerava (TENS) je postupak ublažavanja bola primenom blagih električnih impulsa preko elektroda postavljenih na kožu.*

3.4. HIPERBARIČNA TERAPIJA KISEONIKOM IZMEĐU MEDICINE I *WELLNESS* PONUDE

Hiperbarična terapija kiseonikom podrazumeva udisanje kiseonika koncentracije približno **100% u komori** u kojoj je pritisak viši od atmosferskog. Prema definiciji Američkog udruženja za podvodnu i hiperbaričnu medicinu, pritisak tokom terapije mora iznositi najmanje 1,4 atmosfere, dok se u većini kliničkih protokola primenjuju pritisci između 2 i 3 atmosfere. Pojedinačna procedura najčešće traje od 90 do 120 minuta. Kod akutnog trovanja ugljen-monoksidom, dekompresione bolesti i gasne embolije može biti dovoljno nekoliko hitnih, ponekad i produženih procedura, dok se kod hroničnih rana i kasnih posledica radioterapije obično sprovodi između 20 i 40 tretmana, a u pojedinim slučajevima i više.

Terapija se izvodi u hiperbaričnim komorama za jednu ili više osoba. U komori za jednu osobu pacijent leži u prostoru ispunjenom kiseonikom pod povišenim pritiskom. Komore za više osoba najčešće su ispunjene komprimovanim vazduhom, dok pacijenti kiseonik udišu preko maske ili providne kacige. Tokom dužih procedura uvode se kratke pauze tokom kojih se udiše vazduh, čime se umanjuje rizik od toksičnih efekata izlaganja visokoj koncentraciji kiseonika.

Takozvane **blage hiperbarične procedure** sprovode se pri nižim pritiscima, često bez primene kiseonika visoke koncentracije. One ne obezbeđuju dozu kiseonika uporedivu sa onom koja se primenjuje u medicinskim protokolima ispitanim u kliničkim istraživanjima. Zato se rezultati tih istraživanja ne mogu automatski pripisivati blagim hiperbaričnim procedurama.

Najvažniji fiziološki efekat hiperbarične terapije jeste izrazito **povećanje količine kiseonika koji je fizički rastvoren u krvnoj plazmi**. Pri normalnom atmosferskom pritisku hemoglobin zdrave osobe već je gotovo potpuno zasićen kiseonikom, zbog čega dodatno udisanje kiseonika samo neznatno povećava količinu kiseonika vezanog za hemoglobin. Nasuprot tome, u krvnoj plazmi se u uobičajenim uslovima nalazi svega oko 0,3 mL rastvorenog kiseonika u jednom decilitru krvi, dok pri udisanju čistog kiseonika pod pritiskom od 3 atmosfere ta količina može dostići približno 6 mL/dL, a prema pojedinim merenjima i nešto više.

Tkiva odrasle osobe u stanju mirovanja iz svakog decilitra krvi preuzimaju približno 5 do 6 mL kiseonika. Pri najvišim terapijskim pritiscima količina kiseonika rastvorenog samo u plazmi može stoga privremeno podmiriti znatan deo osnovnih potreba tkiva, čak i bez doprinosa kiseonika vezanog za hemoglobin.

Na ovom principu zasniva se primena hiperbarične terapije kod izuzetno teške anemije, kada krv ne sadrži dovoljno hemoglobina, a transfuzija nije odmah dostupna, nije moguća ili nije prihvatljiva za pacijenta.

Visok parcijalni pritisak kiseonika istovremeno omogućava ovom gasu da iz kapilara difunduje na veću udaljenost u okolno tkivo. Ovaj efekat naročito je značajan u otečenim, povređenim ili nedovoljno prokrvljenim područjima, u kojima se povećava rastojanje između kapilara i ćelija koje snabdevaju, pa uobičajeni prenos kiseonika posredstvom hemoglobina više nije dovoljan za zadovoljenje metaboličkih potreba ćelija. Delotvornost terapije ipak zavisi od postojanja makar delimično očuvane cirkulacije. U delu tela u kojem je dotok krvi potpuno prekinut najpre je neophodno odgovarajućim zahvatom ponovo uspostaviti protok krvi.

Visoka koncentracija kiseonika izaziva prolazno suženje krvnih sudova. Uprkos vazokonstrikciji, porast sadržaja kiseonika u krvi toliko je izražen da njegova ukupna isporuka tkivima ostaje povećana. Suženje krvnih sudova smanjuje propuštanje tečnosti kroz zid kapilara i ublažava otok, što može biti korisno kod povreda nastalih prignječenjem ili akutne traumatske ishemije.

Kiseonik ima važnu ulogu i u odbrani organizma od infekcija. Neutrofili stvaraju reaktivne vrste kiseonika kojima uništavaju bakterije, pa je njihova antimikrobna aktivnost oslabljena u uslovima hipoksije, odnosno nedovoljne snabdevenosti tkiva kiseonikom. Visoka koncentracija kiseonika naročito nepovoljno deluje na strogo anaerobne mikroorganizme,[191] mada se hiperbarična terapija u ovim stanjima nikada ne primenjuje kao zamena za standardno lečenje, već kao njegov dodatak, uz hitno hirurško uklanjanje izumrlog tkiva, primenu odgovarajućih antibiotika i intenzivno medicinsko zbrinjavanje. Kod hroničnih rana hiperbarična terapija može podstaći aktivnost fibroblasta,[192] sintezu i organizaciju kolagena, obnavljanje epitela i razvoj novih kapilara.

Za razvoj ovih strukturnih i reparativnih efekata neophodna je serija tretmana. Pojedinačna procedura prvenstveno dovodi do prolaznog povećanja oksigenacije tkiva, smanjenja otoka i privremenog poboljšanja uslova za ćelijski metabolizam, dok stvaranje kolagena i novih krvnih sudova, kao i trajnija obnova tkiva, zahtevaju vreme i ponovljene tretmane.

191 *Strogo anaerobni mikroorganizmi su mikroorganizmi koji rastu i razmnožavaju se bez kiseonika, dok prisustvo kiseonika može sprečiti njihov rast ili ih oštetiti.*

192 *Fibroblasti su ćelije vezivnog tkiva koje stvaraju kolagen i druge sastojke međućelijske supstance i učestvuju u zarastanju rana.*

MEDICINSKI PRIHVAĆENE INDIKACIJE

Američko udruženje za podvodnu i hiperbaričnu medicinu u 15. izdanju priručnika, objavljenom 2024. godine, navodi **15 prihvaćenih indikacija** za primenu hiperbarične terapije kiseonikom. To su: vazdušna ili gasna embolija, trovanje ugljen-monoksidom, gasna gangrena izazvana bakterijama roda *Clostridium*,[193] povrede nastale prignječenjem, dekompresiona bolest, arterijske insuficijencije koje obuhvataju okluziju centralne arterije mrežnjače i odabrane teško zarastajuće rane, izuzetno teška anemija, intrakranijalni apsces,[194] nekrotizujuće infekcije mekih tkiva, hronični refraktorni osteomijelitis,[195] kasna oštećenja mekih i koštanih tkiva nastala nakon radioterapije, ugroženi kožni transplantati i režnjevi,[196] akutne termičke opekotine, iznenadni idiopatski gubitak sluha i avaskularna nekroza (odumiranje koštanog tkiva usled poremećenog dotoka krvi, koje najčešće zahvata glavu butne kosti i može nastati posle preloma ili iščašenja kuka).

Ovo, međutim, ne znači da je kvalitet dokaza podjednak za svaku bolest. Kod dekompresione bolesti i gasne embolije terapijski efekat proizlazi iz fizičkih zakona i dugog kliničkog iskustva, dok se kod hroničnih rana, radijacionih oštećenja, iznenadnog gubitka sluha i avaskularne nekroze terapija uglavnom primenjuje kao dopuna standardnom lečenju.

Dekompresiona bolest najčešće se javlja kod ronilaca koji prebrzo izrone sa veće dubine. Pod povišenim pritiskom tokom ronjenja veća količina azota rastvara se u krvi i tkivima. Ako se pritisak pri izranjanju smanji suviše naglo, azot ne uspeva postepeno da se oslobodi preko pluća, već u organizmu obrazuje mehuriće. Oni mogu ometati protok krvi, pritiskati ili oštećivati tkiva i izazvati bolove u zglobovima i mišićima, svrab i kožne promene, vrtoglavicu, poremećaj ravnoteže, glavobolju, slabost ili paralizu, otežano disanje, poremećaj svesti, a u najtežim slučajevima i cirkulatorni kolaps.

Arterijska gasna embolija jeste srodno, ali zasebno stanje. Ona nastaje kada gas dospe neposredno u arterijsku cirkulaciju i začepi krvni sud koji snabdeva mozak, srce ili drugi organ. Kod ronilaca se to može dogoditi ako se tokom izranjanja vazduh u plućima naglo proširi i dovede do pucanja plućnih alveola,

193 *Gasna gangrena je teška infekcija, najčešće izazvana bakterijama roda Clostridium, koja brzo napreduje i izaziva odumiranje tkiva, uz stvaranje gasa u zahvaćenom području.*

194 *Intrakranijalni apsces je ograničeno nakupljanje gnoja unutar lobanje, najčešće u moždanom tkivu, nastalo usled infekcije.*

195 *Hronični refraktorni osteomijelitis je dugotrajna ili ponavljana infekcija kosti koja se ne povlači uprkos odgovarajućem hirurškom i antibiotskom lečenju.*

196 *Kožni transplantat i režanj razlikuju se po načinu obezbeđivanja krvotoka. Kožni transplantat prenosi se bez očuvanog sopstvenog krvotoka i zavisi od uspostavljanja prokrvljenosti na novom mestu. Režanj se prenosi sa svojim krvnim sudovima, koji ostaju povezani sa prvobitnim mestom ili se hirurški povezuju sa krvnim sudovima na mestu prenosa.*

naročito kada ronilac zadržava dah. Gasna embolija može nastati i tokom pojedinih medicinskih ili hirurških postupaka, a ređe i kod teških trauma sa otvorenim povredama, uključujući otvorene prelome, kada vazduh dospe u oštećene krvne sudove.

Hiperbarična terapija deluje tako što ponovnim povećanjem okolnog pritiska smanjuje mehuriće gasa i olakšava ponovno uspostavljanje protoka kroz zahvaćene krvne sudove. Istovremeno, udisanje čistog kiseonika ubrzava izlazak azota iz mehurića u krv, odakle se prenosi do pluća i izdiše. Kiseonik dodatno poboljšava snabdevanje ugroženih tkiva i može ublažiti otok i zapaljensku reakciju izazvanu prekidom cirkulacije. Terapija, dakle, istovremeno smanjuje veličinu mehurića, ubrzava uklanjanje azota i povećava količinu kiseonika koja dospeva do tkiva.

Kod **ronilačkih nesreća** lečenje treba započeti što pre, ali korist postoji i kada je dolazak u hiperbarični centar odložen. Terapija se često sprovodi pri pritisku od približno 2,8 atmosfera, uz naizmenično udisanje čistog kiseonika i vazduha tokom više sati, u skladu sa težinom simptoma.

Trovanje ugljen-monoksidom najčešće nastaje kada se u zatvorenom ili nedovoljno provetrenom prostoru koristi uređaj u kojem sagoreva gorivo. Do izlaganja može doći ako motor automobila radi u zatvorenoj ili slabo provetrenoj garaži, čak i kada su garažna vrata delimično otvorena, zatim zbog neispravnog bojlera, peći, kamina ili dimnjaka, kao i pri korišćenju prenosivog generatora, roštilja na ćumur ili plinskog rešoa u zatvorenom prostoru. U turističkom okruženju rizične situacije mogu nastati u hotelskoj ili apartmanskoj sobi sa neispravnim sistemom grejanja, u vikendici, kamp-prikolici, šatoru, kabini plovila ili drugom malom prostoru u kojem se koriste uređaji sa sagorevanjem.

Opasnost je utoliko veća što je ugljen-monoksid bez boje, mirisa i ukusa i ne nadražuje oči ni disajne puteve, pa se njegovo prisustvo ne može prepoznati čulima. Miris izduvnih gasova ili dima može upozoriti na prisustvo produkata sagorevanja, ali sam ugljen-monoksid nema miris. Početni simptomi, kao što su glavobolja, mučnina, vrtoglavica, slabost, pospanost i konfuzija, lako se mogu pripisati virusnoj infekciji, trovanju hranom, umoru, alkoholu ili iscrpljenosti tokom putovanja. Istovremena pojava sličnih tegoba kod više osoba koje borave u istoj prostoriji predstavlja važan znak upozorenja. Posebno su ugrožene osobe koje spavaju, jer mogu izgubiti svest pre nego što primete da nešto nije u redu, dok slabost i konfuzija mogu onemogućiti otrovanu osobu da samostalno napusti opasni prostor.

Ugljen-monoksid se za hemoglobin vezuje više od 200 puta snažnije od kiseonika i obrazuje karboksihemoglobin. Na taj način zauzima mesta na hemoglobinu koja bi inače služila za prenos kiseonika, a istovremeno otežava oslobađanje kiseonika iz preostalog oksihemoglobina u tkivima. Posledica nije samo smanjena sposobnost krvi da prenosi kiseonik već i otežana predaja onog kiseonika koji je još vezan za hemoglobin. Ugljen-monoksid se vezuje i za mioglobin[197] i pojedine mitohondrijske enzime, remeti ćelijsko disanje, oštećuje endotel krvnih sudova i podstiče oksidativni stres i odloženu zapaljensku reakciju u nervnom sistemu.

Zbog ovih dodatnih mehanizama koncentracija karboksihemoglobina u trenutku pregleda ne mora pouzdano odražavati težinu trovanja niti stepen neurološkog oštećenja. Vrednost može biti znatno niža ako je osoba već izvedena na svež vazduh, ako je primila kiseonik ili ako je od završetka izlaganja proteklo više vremena. Procena težine trovanja zato se ne zasniva samo na laboratorijskom nalazu već i na okolnostima izlaganja, gubitku svesti, neurološkim i srčanim simptomima i opštem stanju pacijenta.

Vreme potrebno da se količina karboksihemoglobina u krvi prepolovi iznosi približno četiri do šest sati pri udisanju običnog vazduha, oko 70 do 80 minuta pri udisanju 100% kiseonika pod normalnim pritiskom i približno 20 do 25 minuta tokom udisanja kiseonika pri pritisku od 3 atmosfere. Svim pacijentima sa simptomima trovanja ugljen-monoksidom najpre se daje kiseonik visoke koncentracije, dok se primena hiperbaričnog kiseonika naročito razmatra kod gubitka svesti, izraženih neuroloških simptoma, srčane ishemije, teške metaboličke acidoze,[198] veoma visoke koncentracije karboksihemoglobina i trovanja tokom trudnoće.

U jednom istraživanju koje je obuhvatilo 152 pacijenta sa simptomatskim akutnim trovanjem, tri hiperbarične procedure sprovedene tokom prva 24 časa smanjile su učestalost kognitivnih posledica šest nedelja nakon trovanja u poređenju sa lečenjem kiseonikom pod normalnim pritiskom. Rezultati drugih istraživanja nisu bili ujednačeni, zbog čega se hiperbarični kiseonik smatra prihvaćenom hitnom terapijom za teže slučajeve, a ne postupkom koji se obavezno primenjuje nakon svake izloženosti ugljen-monoksidu.

Još jedna važna indikacija jeste **teška anemija** nastala usled velikog gubitka krvi, kada količina hemoglobina može postati toliko mala da cirkulacija više ne doprema dovoljno kiseonika vitalnim organima. Kada odgovarajuća krv nije dostupna ili kada pacijent iz verskih razloga ne prihvata transfuziju, hiperbarični

197 *Mioglobin je protein u mišićnim ćelijama koji vezuje kiseonik i olakšava njegovu dostupnost tokom mišićnog rada.*
198 *Metabolička acidoza je poremećaj kiselinsko-bazne ravnoteže pri kojem se kiselost krvi povećava zbog nagomilavanja kiselina ili gubitka bikarbonata.*

kiseonik može predstavljati privremeno rešenje. Ovim postupkom se održava isporuka kiseonika tokom najkritičnijeg perioda dok se ne zaustavi krvarenje i ne obnovi masa eritrocita. Istovremeno se primenjuju gvožđe, folati, vitamin B12 i, kada je opravdano, lekovi koji podstiču stvaranje crvenih krvnih zrnaca.

Indikacije za hiperbaričnu terapiju kiseonikom jesu i pojedine **teško zarastajuće rane**, naročito ozbiljniji oblici dijabetičkog stopala kod kojih su zahvaćena dublja tkiva, postoji infekcija ili odumiranje tkiva, a rana ne zarasta uprkos odgovarajućem lečenju. Hiperbarični kiseonik se u takvim slučajevima primenjuje samo kao dodatak osnovnoj terapiji, koja obuhvata poboljšanje cirkulacije kada je to moguće, rasterećenje stopala, uklanjanje oštećenog tkiva, lečenje infekcije, regulisanje glukoze u krvi i pravilnu negu rane. Istraživanja ukazuju na moguću korist u zarastanju i smanjenju rizika od velikih amputacija kod pažljivo odabranih pacijenata, ali rezultati nisu potpuno ujednačeni, pa ova terapija nije namenjena svakoj rani kod osoba sa dijabetesom.

Hiperbarični kiseonik može se primeniti i kada presađena koža ili deo tkiva prenet tokom operacije ne dobija dovoljno krvi, zatim kod dugotrajne infekcije kosti koja se ne povlači uprkos operaciji i antibioticima, kao i kod teških povreda nastalih prignječenjem. U tim situacijama može smanjiti otok, poboljšati dopremanje kiseonika do slabo prokrvljenog tkiva i pomoći da se očuva ugroženi deo ekstremiteta.

Posebnu grupu čine kasna oštećenja koja mogu nastati mesecima ili godinama **nakon radioterapije**. Zračenje vremenom može oštetiti sitne krvne sudove, smanjiti dotok kiseonika i dovesti do propadanja kostiju ili mekih tkiva. Ponavljane hiperbarične procedure mogu podstaći stvaranje novih krvnih sudova i poboljšati uslove za zarastanje. Terapija se zato primenjuje kod nekih oštećenja vilice, mokraćne bešike, završnog dela creva i drugih prethodno ozračenih područja. Njena uspešnost zavisi od vrste, mesta i težine oštećenja.

Hiperbarična terapija može se primeniti i kod iznenadnog gubitka sluha bez jasno utvrđenog uzroka, najčešće uz kortikosteroide. Smatra se da povećana količina kiseonika u krvi može poboljšati snabdevanje unutrašnjeg uha kiseonikom. Najveća korist očekuje se kada se lečenje započne tokom prve dve nedelje, zbog čega iznenadan gubitak sluha zahteva hitan pregled specijaliste za uho, grlo i nos.

Kod avaskularne nekroze glave butne kosti, odnosno odumiranja dela kosti zbog poremećenog dotoka krvi, hiperbarični kiseonik razmatra se prvenstveno u ranim fazama, pre nego što dođe do deformacije zgloba kuka. Dokazi za ovu noviju indikaciju još su slabiji nego za trovanje ugljen-monoksidom ili ronilačke nesreće, pa se terapija primenjuje kao deo šireg ortopedskog lečenja.

PRIMENE KOJE KLINIČKA ISTRAŽIVANJA ZASAD NE PODRŽAVAJU

Hiperbarična terapija se povremeno primenjuje ili promoviše i kod stanja koja nisu obuhvaćena prihvaćenim medicinskim indikacijama. Kod **akutnog ishemijskog moždanog udara** njena primena na prvi pogled deluje opravdano, jer deo mozga ostaje bez kiseonika, ali osnovni problem predstavlja prekid dotoka krvi, pa dodatni kiseonik ne može zameniti hitno otvaranje začepljenog krvnog suda. Dosadašnja istraživanja nisu pokazala povećane šanse za preživljavanje i oporavak, zbog čega hiperbarična terapija nije deo rutinskog lečenja.

Hiperbarični kiseonik promovisan je i kod dece sa **autizmom**, uz pretpostavku da bi mogao smanjiti zapaljenje i poboljšati rad mozga, ali u kontrolisanom istraživanju sa 60 dece nije potvrđena korist takve terapije.

Posebno su privlačne tvrdnje o ***antiaging* efektu**. U malom istraživanju sa 35 zdravih osoba starijih od 64 godine, posle 60 procedura zabeleženo je produženje telomera[199] u pojedinim vrstama belih krvnih ćelija i smanjenje udela nekih ćelija koje pokazuju znake starenja. Međutim, istraživanje nije imalo paralelnu kontrolnu grupu i nije pokazalo da su učesnici postali zdraviji, fizički sposobniji, mlađeg izgleda ili da im je produžen život, pa laboratorijske promene ne predstavljaju dokaz opšteg podmlađivanja organizma.

Hiperbarične procedure nude se i sportistima i rekreativcima radi bržeg **oporavka posle treninga**, smanjenja upale mišića i ranijeg povratka punoj snazi. Rezultati su, međutim, neujednačeni. Pojedina manja istraživanja ukazuju na brži oporavak kod određenih mišićnih povreda ili na bolje izvođenje narednog treninga, dok druga nisu pokazala značajno smanjenje bola, otoka niti brži povratak mišićne snage nakon napornog vežbanja. Zbog toga hiperbarični kiseonik nije dokazana niti standardno preporučena metoda oporavka nakon uobičajenog treninga.

U *wellness* ponudi mogu se sresti i tvrdnje da boravak u komori povećava energiju i koncentraciju, poboljšava san, jača imunitet, ubrzava metabolizam i mršavljenje, podstiče detoksikaciju ili poboljšava izgled kože. Za takve tvrdnje nema dovoljno pouzdanih kliničkih dokaza.

199 *Telomere su zaštitni delovi na krajevima hromozoma koji doprinose njihovoj stabilnosti i obično se skraćuju tokom ponovljenih ćelijskih deoba.*

NEŽELJENA DEJSTVA, KONTRAINDIKACIJE I TEHNIČKA BEZBEDNOST

Najčešće neželjeno dejstvo jeste **barotrauma srednjeg uha**. Tokom povećavanja pritiska u komori pritisak u srednjem uhu mora se izjednačavati sa spoljašnjim pritiskom gutanjem, zevanjem ili odgovarajućim manevrom. Nemogućnost izjednačavanja pritiska izaziva osećaj pritiska i bol, a u težim slučajevima nakupljanje tečnosti, krvarenje ili pucanje bubne opne. Slične tegobe mogu se javiti u paranazalnim sinusima, posebno kod infekcije ili zapušenosti nosa.

Nakon niza procedura može se razviti **prolazna kratkovidost** zbog promena u očnom sočivu. U jednom istraživanju nakon 40 tretmana prosečna promena iznosila je približno –0,7 dioptrija i uglavnom se povukla tokom narednih dvanaest nedelja. Novonastala katarakta[200] je znatno ređa komplikacija i uglavnom je opisana nakon veoma dugih serija, često sa 150 ili više izlaganja.

Visok parcijalni pritisak kiseonika povećava stvaranje reaktivnih vrsta kiseonika i može delovati **toksično na centralni nervni sistem**. Najupadljivija manifestacija je generalizovani epileptički napad, koji se tokom standardnih kliničkih protokola javlja veoma retko, približno u nekoliko slučajeva na desetine hiljada procedura. Napad se najčešće prekida čim se obustavi udisanje čistog kiseonika i obično ne ostavlja trajne neurološke posledice.

Produžena ili često ponavljana izloženost može **izazvati nadražaj pluća, suv kašalj, bol** iza grudne kosti i prolazno smanjenje plućne funkcije. Kod osoba koje primaju insulin ili druge lekove za snižavanje glukoze prati se glikemija, dok zatvoren prostor kod pojedinih pacijenata može izazvati anksioznost ili klaustrofobiju.

Jedina apsolutna kontraindikacija za hiperbaričnu terapiju jeste **nelečeni pneumotoraks**, odnosno prisustvo vazduha između pluća i zida grudnog koša, zbog kojeg se plućno krilo delimično ili potpuno skuplja. Kada se na završetku procedure pritisak u komori postepeno smanjuje, zarobljeni vazduh se širi i može dodatno pritisnuti pluća, srce i velike krvne sudove. Tako može nastati tenzioni pneumotoraks, životno ugrožavajuće stanje praćeno naglim pogoršanjem disanja i cirkulacije.

Ostala stanja uglavnom predstavljaju **relativne kontraindikacije**, što znači da se moguća korist terapije procenjuje u odnosu na rizik i da je ponekad potrebno prethodno lečenje ili prilagođavanje postupka. Među njima su akutne infekcije nosa, sinusa i gornjih disajnih puteva, teškoće sa izjednačavanjem pritiska u

200 *Katarakta je zamućenje očnog sočiva koje otežava prolazak svetlosti i smanjuje jasnoću vida.*

srednjem uhu, veće vazdušne šupljine u plućima i sklonost zadržavanju vazduha pri izdisaju. Dodatni oprez potreban je u slučajevima visoke telesne temperature koja se ne snižava uprkos terapiji, sklonosti ka grčevima, nestabilne srčane slabosti i tokom primene pojedinih lekova koji mogu povećati rizik od neželjenih reakcija.

Kiseonik sam po sebi ne gori, ali **ubrzava sagorevanje drugih materijala**. U sredini obogaćenoj kiseonikom čak i mala varnica, statički elektricitet, baterija ili zapaljiva supstanca mogu izazvati naglo i veoma intenzivno širenje požara. Bezbedno sprovođenje terapije zato zahteva stalni nadzor obučenog osoblja, redovne tehničke preglede, pravilno uzemljenje opreme i strogu kontrolu svega što se unosi u komoru. U komoru se ne smeju unositi upaljači, šibice niti drugi zabranjeni predmeti i supstance. Elektronski uređaji, baterije, kozmetički proizvodi i odeća moraju biti odobreni za upotrebu u konkretnoj komori, u skladu sa uputstvima proizvođača i pravilima ustanove.

3.5. STARENJE I *ANTIAGING* STRATEGIJE

ZAŠTO STARIMO – EVOLUCIONA I ĆELIJSKA OBJAŠNJENJA

Starenje je postepen proces tokom kojeg organizam sve teže održava unutrašnju ravnotežu, popravlja nastala oštećenja i prilagođava se fiziološkim opterećenjima. Ono ne počinje u jednom jasno određenom trenutku, već se promene razvijaju različitom brzinom u različitim tkivima i organima. Sa evolucionog stanovišta, ovaj proces postaje naročito razumljiv kada se posmatra u odnosu na reprodukciju i opstanak potomstva.

Prirodna selekcija najjače deluje na osobine koje omogućavaju organizmu da preživi do reproduktivnog doba, dobije potomstvo i doprinese njegovom opstanku. Jedinke koje su bile dovoljno zdrave i sposobne da prenesu svoje gene narednoj generaciji ostavljale su veći evolucioni trag od onih koje to nisu mogle. Nasuprot tome, osobine čije se štetno dejstvo ispoljava tek u poznijim godinama mnogo su slabije podložne delovanju prirodne selekcije, jer se javljaju nakon što su geni njihovog nosioca već u velikoj meri preneti potomstvu.

To ne znači da život nakon reproduktivnog perioda nema biološki ili društveni značaj. Kod ljudi stariji članovi zajednice mogu doprinositi opstanku porodice brigom o potomstvu, prenošenjem znanja, iskustva i obezbeđivanjem resursa. Ipak, sa porastom životnog doba slabi evolucioni pritisak da se svi sistemi održavanja organizma očuvaju u savršenom stanju. Evolucija je, drugim rečima, prvenstveno favorizovala dovoljno uspešno održavanje tela tokom razvoja, reprodukcije i podizanja potomstva, a ne njegovo neograničeno trajanje.

Jedno od najpoznatijih evolucionih objašnjenja starenja jeste **teorija akumulacije mutacija**. Prema ovoj teoriji, štetne nasledne genetske promene čije se posledice ispoljavaju tek u poznim godinama mogu opstajati u populaciji zato što ne umanjuju značajno reproduktivni uspeh svojih nosilaca. Drugo objašnjenje pruža **teorija antagonističke pleiotropije**, prema kojoj isti gen ili biološki mehanizam može biti koristan u mladosti, a nepovoljan u starosti. Procesi koji u ranijem životnom dobu podstiču rast, plodnost, zarastanje rana ili snažan imunski odgovor mogu kasnije doprineti hroničnom zapaljenju, prekomernoj proliferaciji ćelija[201] ili degenerativnim promenama.

Teorija takozvanog potrošnog tela polazi od toga da organizam raspolaže ograničenim energetskim i materijalnim resursima. Deo tih resursa ulaže se u rast i reprodukciju, a deo u popravku ćelija, obnavljanje tkiva i uklanjanje oštećenih struktura. Evolucija je favorizovala ravnotežu koja omogućava uspešnu reprodukciju i dovoljno dugo održavanje organizma, ali ne i neograničeno ulaganje u njegovu popravku. Sa godinama se zato postepeno nagomilavaju oštećenja koja sistemi održavanja više ne mogu potpuno da uklone.

Na ovu ideju prirodno se nadovezuje teorija habanja i trošenja, poznata i pod engleskim nazivom *wear and tear*. Prema ovom slikovitom „peri-deri" modelu, ćelije i tkiva tokom života neprekidno su izloženi radu, mehaničkom opterećenju, zapaljenju, toksinima i drugim izvorima oštećenja. Organizam većinu tih promena popravlja ili uklanja, ali ti sistemi nisu nepogrešivi. Kada nastajanje oštećenja tokom godina počne da nadmašuje mogućnosti popravke i obnove, postepeno se narušava struktura tkiva i slabi njegova funkcija. Ideja o nagomilavanju oštećenja povezana je i sa teorijom slobodnih radikala, o kojoj će biti reči u nastavku.

Evolucione teorije akumulacije mutacija, antagonističke pleiotropije i potrošnog tela ne opisuju neposredne promene u ćelijama, već objašnjavaju zašto je starenje uopšte opstalo kao biološka pojava i zašto prirodna selekcija nije razvila mehanizme koji bi organizam održavali neograničeno dugo. Na njih se nadovezuju ćelijske i molekularne teorije, koje razmatraju kako se starenje ostvaruje kroz mitohondrijalnu disfunkciju, oksidativni stres, oštećenje genetskog materijala, skraćivanje telomera, ćelijsku senescenciju[202] i postepeno slabljenje sistema obnove.

201 *Proliferacija ćelija je povećavanje njihovog broja putem ćelijskih deoba.*

202 *Ćelijska senescencija je stanje u kojem ćelija trajno prestaje da se deli, ali ostaje živa i metabolički aktivna. Takve ćelije mogu lučiti supstance koje podstiču zapaljenje i menjaju funkcionisanje okolnog tkiva.*

Savremeno razumevanje starenja **objedinjuje genetske faktore i uticaje okruženja**. Geni određuju kvalitet sistema za popravku DNK, regulaciju metabolizma, odbranu od oksidativnog stresa, funkcionisanje imunskog sistema i sposobnost obnove tkiva. Na očuvanje ovih funkcija i brzinu njihovog slabljenja istovremeno utiču ishrana, fizička aktivnost, san, upotreba cigareta, infekcije, zagađenje, psihološki stres i socijalni uslovi.

Kada se dugovečnost ponavlja u porodici, tome mogu doprinositi i nasledne osobine i zajednički način života. Roditelji deci ne prenose samo gene već i obrasce ishrane, odnos prema kretanju, spavanju, telesnoj masi, upotrebi cigareta i preventivnoj zdravstvenoj zaštiti. Zbog toga je u istraživanjima ljudske dugovečnosti teško potpuno razdvojiti biološko nasleđe od porodičnog i društvenog okruženja.

Mitohondrijalna teorija starenja

Mitohondrije su ćelijske strukture u kojima se energija oslobođena razgradnjom hranljivih materija koristi za stvaranje najvećeg dela adenozin-trifosfata, odnosno ATP-a, neposrednog izvora energije za ćelijske procese. Zbog ove uloge često se nazivaju **ćelijskim elektranama**. Osim u proizvodnji energije, učestvuju i u regulisanju ćelijske smrti, metabolizmu masti i glukoze, održavanju ravnoteže kalcijuma i kontroli pojedinih imunskih i zapaljenskih reakcija.

Tokom starenja menja se broj, oblik i funkcionalnost mitohondrija. U nekim tkivima njihov broj može opadati, dok je još važnije to što se povećava udeo oštećenih i manje delotvornih mitohondrija. Nagomilavaju se promene u njihovoj DNK i slabi sposobnost proizvodnje energije. Istovremeno postaje manje efikasan proces mitofagije, kojim ćelija prepoznaje i uklanja teško oštećene mitohondrije.

Ćelija zato vremenom raspolaže sve manjim brojem potpuno funkcionalnih energetskih jedinica. Posledice su naročito izražene u tkivima sa visokim energetskim potrebama, kao što su mozak, srce i skeletni mišići. Mitohondrijalna disfunkcija danas se smatra jednim od osnovnih obeležja biološkog starenja, ali ona ne deluje izolovano, već je povezana sa oštećenjem genetskog materijala, zapaljenjem, promenama metabolizma i gubitkom sposobnosti obnove tkiva.

Mitohondrijalnu DNK gotovo u potpunosti **nasleđujemo od majke.** Prilikom oplodnje spermatozoid može uneti svoje mitohondrije u jajnu ćeliju, ali se one najčešće označavaju i razgrađuju, tako da embrion zadržava mitohondrijalnu DNK poreklom iz jajne ćelije. Nasleđivanje mitohondrijalne DNK od jednog roditelja ograničava mešanje mitohondrijalnih genoma majke i oca. Ipak, majčinsko poreklo mitohondrijalne DNK ne znači da se celokupna građa i funkcija mitohondrija nasleđuju samo od majke. Mitohondrijalna DNK kodira svega 13

proteina, dok više od hiljadu drugih proteina potrebnih za stvaranje, održavanje i rad mitohondrija kodiraju geni u ćelijskom jedru, nasleđeni od oba roditelja. Zbog toga majka prenosi mitohondrijalni genom, ali na funkcionisanje mitohondrija utiču geni nasleđeni i od majke i od oca.

U pojedinim istraživanjima primećena je izraženija povezanost između dugovečnosti majki i njihove dece. Mitohondrijalno nasleđe može biti jedan od činilaca takve povezanosti, iako dug život ne određuje samo mitohondrijalna DNK. Na dužinu životnog veka utiču brojni geni, hormonski i imunski mehanizmi, životne navike, dostupnost zdravstvene zaštite i uslovi u kojima osoba živi.

Slobodni radikali i oksidativni stres

Denam Harman je sredinom dvadesetog veka izneo teoriju prema kojoj starenju doprinosi postepeno oštećenje ćelija izazvano slobodnim radikalima. Tokom dobijanja energije i drugih metaboličkih procesa nastaju **reaktivne vrste kiseonika**, među kojima su i slobodni radikali.[203] Ove čestice lako stupaju u hemijske reakcije sa molekulima u ćeliji. Kada ih ima u višku, mogu oštetiti lipide ćelijskih membrana, proteine i genetski materijal.

Mitohondrije su istovremeno jedan od izvora reaktivnih vrsta kiseonika i jedna od njihovih mogućih meta. Tokom prenosa elektrona povezanog sa stvaranjem ATP-a mali deo njih može izmaći uobičajenom putu i reagovati sa kiseonikom, pri čemu nastaju reaktivne vrste kiseonika. Što je mitohondrija oštećenija, proizvodnja energije može postajati manje efikasna, a mogućnost daljeg poremećaja oksidativne ravnoteže veća. Tako se može uspostaviti začarani krug u kojem oštećenje mitohondrija otežava njihov rad, a poremećen rad podstiče nastanak novih oštećenja.

Savremena istraživanja pokazala su da reaktivne vrste kiseonika nisu samo štetni nusproizvodi metabolizma. U umerenim količinama ona služe kao **signalni molekuli**, učestvuju u odbrani od mikroorganizama i aktiviraju mehanizme prilagođavanja na fizičku aktivnost i druge oblike fiziološkog stresa. Problem nastaje kada njihovo prekomerno stvaranje nadmaši antioksidativnu zaštitu i sposobnost ćelije da popravi nastala oštećenja. Takvo stanje naziva se oksidativni stres.

Zbog toga se starenje ne može svesti na jednostavno nakupljanje slobodnih radikala, niti se može zaustaviti unosom velikih količina antioksidanasa. Organizam održava veoma složenu ravnotežu između stvaranja reaktivnih molekula, njihovog signalnog dejstva i neutralisanja viška. Ova ravnoteža posebno je vidljiva tokom

203 *Slobodni radikali su atomi, molekuli ili joni koji imaju najmanje jedan nespareni elektron. Reaktivne vrste kiseonika obuhvataju i slobodne radikale i neradikalske oblike, poput vodonik-peroksida.*

fizičke aktivnosti. Prolazno povećanje stvaranja reaktivnih vrsta kiseonika predstavlja jedan od signala kojim mišić prepoznaje opterećenje i pokreće procese prilagođavanja, uključujući jačanje sopstvene antioksidativne zaštite i stvaranje novih mitohondrija. Redovno uzimanje visokih doza antioksidativnih suplemenata, naročito vitamina C u kombinaciji sa vitaminom E, u periodu neposredno pre i posle treninga može ublažiti deo tih signalnih reakcija i time oslabiti pojedine ćelijske adaptacije. Međutim, treba reći da taj efekat nije podjednako izražen u svim istraživanjima niti nužno dovodi do merljivog smanjenja snage ili pogoršanja sportskih rezultata.

Mozak čini približno 2% telesne mase, ali u stanju mirovanja troši oko petine ukupne energije i kiseonika koje organizam koristi. Neuroni troše velike količine energije kako bi održavali membranski potencijal,[204] stvarali i prenosili nervne impulse, oslobađali neurotransmitere,[205] obnavljali njihove zalihe i očuvali strukturu i funkciju svojih veoma razgranatih nastavaka. Svi ovi procesi zavise od neprekidnog stvaranja ATP-a.

Nervno tkivo je zbog visokih energetskih zahteva posebno osetljivo na poremećaje mitohondrijalne funkcije. Među najranjivijim ćelijama nalaze se dopaminergički neuroni crne supstance mozga,[206] koji imaju veoma razgranate nastavke, stvaraju veliki broj veza i neprekidno održavaju električnu aktivnost. Njihov intenzivan metabolizam, zajedno sa oksidativnim opterećenjem povezanim sa dopaminom, čini ih naročito podložnim postepenom oštećenju. Propadanje ovih neurona predstavlja osnovu Parkinsonove bolesti, jednog od najčešćih oblika neurodegeneracije u starijem dobu. Ovaj primer pokazuje da starenje najpre ugrožava ćelije koje su tokom života izložene najvećem i najtrajnijem energetskom opterećenju.

Genetska regulacija starenja

Geni snažno utiču na brzinu kojom se pojedini procesi starenja odvijaju. Oni određuju sposobnost popravke DNK, kontrolu kvaliteta proteina, funkcionisanje imunskog sistema, aktivnost matičnih ćelija,[207] metabolizam i odgovor na oštećenje. Ipak, starenje se ne odvija kao jednostavan genetski program koji u određenom trenutku nalaže organizmu da prestane da se obnavlja, već se radi o genetski regulisanim mehanizmima koji su tokom života korisni, ali vremenom

204 *Membranski potencijal je razlika električnog potencijala između unutrašnjosti ćelije i njene okoline. Njegove promene omogućavaju nastanak i prenošenje nervnih impulsa.*

205 *Neurotransmiteri su hemijske supstance kojima nervne ćelije prenose signale drugim nervnim, mišićnim ili žlezdanim ćelijama.*

206 *Crna supstanca je deo srednjeg mozga čiji dopaminergički neuroni stvaraju dopamin i učestvuju u regulaciji pokreta.*

207 *Matične ćelije su ćelije sposobne za samoobnavljanje i stvaranje specijalizovanih ćelija, čime doprinose razvoju i obnovi tkiva.*

gube efikasnost ili stvaraju nepovoljne posledice. Rad hormonskog i imunskog sistema takođe se menja sa godinama. Imunski odgovor postaje manje delotvoran u odbrani od novih infekcija, dok se istovremeno može pojačavati blago, hronično zapaljenje. Menja se i lučenje hormona koji učestvuju u rastu, reprodukciji, metabolizmu i održavanju mišićne i koštane mase.

Značaj gena u očuvanju ćelija naročito se vidi kod retkih sindroma koji izazivaju ubrzano pojavljivanje pojedinih obeležja starenja. **Hačinson-Gilfordova progerija** nastaje zbog mutacije koja dovodi do stvaranja izmenjenog oblika lamina A, proteina važnog za strukturu i stabilnost ćelijskog jedra. Kod dece se rano javljaju zastoj u rastu, gubitak potkožnog masnog tkiva i teške promene krvnih sudova, zbog kojih se životni vek značajno skraćuje.

Vernerov sindrom počinje kasnije, najčešće u mladom odraslom dobu, i povezan je sa poremećajem proteina koji učestvuje u održavanju i popravci DNK. Kod osoba sa ovim sindromom ranije dolazi do sedenja kose, promena na koži, katarakte, dijabetesa, ateroskleroze i drugih poremećaja koji se inače češće javljaju u starosti. Ovi sindromi pokazuju koliko su stabilnost genetskog materijala i pravilna organizacija ćelijskog jedra važne za dugotrajno funkcionisanje organizma.

Telomere i ograničenje ćelijskih deoba

Telomere su zaštitne strukture na krajevima hromozoma. Mogu se zamisliti kao plastična ojačanja na krajevima pertli, koja sprečavaju rasplitanje niti. Slično tome, telomere sprečavaju da ćelija krajeve hromozoma pogrešno prepozna kao oštećenu DNK i međusobno ih spoji.

U većini telesnih ćelija koje se dele **telomere se postepeno skraćuju** tokom uzastopnih deoba. Razlog je to što mehanizam umnožavanja DNK ne može u potpunosti da kopira sam kraj linearnog hromozoma. Na brzinu njihovog skraćivanja utiču i oksidativni stres, zapaljenje, nasleđe, metaboličko stanje i aktivnost enzima telomeraze.

Kada telomere postanu suviše kratke ili izgube zaštitnu funkciju, ćelija prepoznaje da dalja deoba više nije bezbedna. Tada može pokrenuti proces programirane ćelijske smrti ili trajno prestati da se deli. Ograničen broj deoba normalnih ljudskih ćelija poznat je kao Hejflikova granica. Na primer, u laboratorijskim uslovima kulture ljudskih fibroblasta, ćelija vezivnog tkiva, mogu proći kroz približno 40 do 60 udvostručavanja broja ćelija pre prestanka deobe, a tačan broj zavisi od vrste ćelije, starosti donora i uslova gajenja.

Hejflikova granica ne predstavlja neposredno odbrojavanje godina ljudskog života. Mnoge ćelije u organizmu dele se retko, a neke se uopšte ne dele, dok matične i polne ćelije raspolažu aktivnijom telomerazom, enzimom koji može obnavljati telomere. Dužina telomera razlikuje se i između ljudi i između tkiva iste osobe, pa se ne može posmatrati kao jedinstven i precizan sat biološke starosti.

Ćelije raka često ponovo aktiviraju telomerazu ili koriste druge načine održavanja telomera. Na taj način izbegavaju uobičajeno ograničenje broja deoba i stiču mogućnost dugotrajnog razmnožavanja. Ovaj primer pokazuje da bi nekontrolisano produžavanje telomera moglo imati i nepovoljnu stranu jer mehanizam koji ćelijama omogućava neograničenu deobu istovremeno može podržati rast tumora.

STARENJE NA ĆELIJSKOM NIVOU

Kada ćelija pretrpi ozbiljno oštećenje ili joj telomere postanu kritično kratke, ona može ući u stanje senescencije. Senescentna ćelija ostaje živa i metabolički aktivna, ali trajno prestaje da se deli. U popularnoj literaturi takve ćelije ponekad se nazivaju „**zombi ćelijama**", jer više ne obavljaju u potpunosti svoju prvobitnu funkciju, a ipak opstaju u tkivu.

Senescencija u osnovi predstavlja važan zaštitni mehanizam. Kada bi ćelija sa teško oštećenim genetskim materijalom nastavila da se razmnožava, povećao bi se rizik od nastanka tumora. Zaustavljanje ćelijske deobe zato sprečava prenošenje oštećene DNK na nove ćelije. Problem se javlja kada se sa godinama ove ćelije nagomilavaju, dok sposobnost imunskog sistema da ih uklanja slabi. Senescentne ćelije tada luče veliki broj faktora zapaljenja, signalnih molekula i enzima koji razgrađuju strukture okolnog tkiva. Posledice su vrlo konkretne. Održava se hronično zapaljenje, slabi obnova tkiva, a susedne zdrave ćelije mogu biti podstaknute da i same uđu u senescenciju. Tako se poremećaj postepeno širi kroz tkivo i ubrzava njegovo funkcionalno propadanje.

Nagomilavanje senescentnih ćelija zbog toga doprinosi hroničnom zapaljenju niskog intenziteta, koje je povezano sa aterosklerozom, dijabetesom tipa 2, propadanjem hrskavice, slabljenjem mišića i drugim bolestima starijeg doba.

Savremena biologija starenja ne izdvaja jedan uzrok, već ovaj proces posmatra kao rezultat međusobno povezanih promena. Među njima su oštećenje i nestabilnost genetskog materijala, skraćivanje telomera, epigenetske promene,[208] gubitak kontrole nad kvalitetom proteina, poremećena funkcija mitohondrija, slabije uklanjanje oštećenih ćelijskih delova, ćelijska senescencija, iscrpljivanje rezervi matičnih ćelija, hronično zapaljenje i poremećena komunikacija između organa.

208 *Epigenetske promene su promene koje mogu pojačati, smanjiti ili isključiti aktivnost pojedinih gena, bez promene genetskog zapisa. Drugim rečima, genetska uputstva ostaju ista, ali se menja način na koji ih ćelija koristi.*

Svaki od ovih procesa može pojačavati druge. Oštećene mitohondrije mogu doprineti oksidativnom stresu, oksidativni stres može ubrzati oštećenje DNK i telomera, a oštećene ćelije mogu ući u senescenciju i pojačati zapaljenje. Hronično zapaljenje, sa druge strane, dodatno remeti funkciju tkiva i otežava njihovu obnovu. Starenje se zato bolje može razumeti kao postepeno slabljenje čitave mreže održavanja organizma nego kao kvar jedne ćelijske strukture ili jednog gena.

KARAKTERISTIKE I POTREBE OSOBA U STARIJEM ŽIVOTNOM DOBU

Starenje ne dovodi kod svih ljudi do istog stepena fizičkih i psihičkih promena, pa hronološka starost sama po sebi relativno malo govori o stvarnim sposobnostima pojedinca. Neke osobe i u osmoj deceniji ostaju veoma pokretne, samostalne i kognitivno očuvane, dok druge mnogo ranije razvijaju potrebu za pomoći u svakodnevnim aktivnostima. Zbog toga se u savremenoj gerontologiji sve veći značaj pridaje funkcionalnoj sposobnosti, odnosno mogućnosti osobe da se kreće, zadovoljava osnovne potrebe, donosi odluke, održava odnose sa drugim ljudima i učestvuje u aktivnostima koje smatra važnim. Zdravo starenje zato ne podrazumeva nužno odsustvo bolesti, već očuvanje dovoljne fizičke i mentalne sposobnosti i okruženje koje omogućava što dužu samostalnost.

Jedna od najznačajnijih promena tokom starenja odnosi se na **sastav tela.** Postepeno se smanjuje količina mišićnog tkiva, menja se raspored masnog tkiva, a smanjuju se i koštana masa i funkcionalna rezerva pojedinih organskih sistema. Posebno je značajna sarkopenija, stanje koje karakteriše smanjena mišićna snaga uz smanjenu mišićnu masu ili narušen kvalitet mišićnog tkiva. Kada su izražene sarkopenija i slabija fizička sposobnost, raste rizik od padova, gubitka samostalnosti i potrebe za tuđom pomoći. Smanjenje mišićne mase doprinosi i nižoj potrošnji energije u mirovanju, dok istovremeno povećanje masnog tkiva i smanjena fizička aktivnost mogu pogodovati metaboličkim poremećajima. Zato je za stariju osobu očuvanje mišićne snage često važnije od samog broja kilograma.

Fizička aktivnost predstavlja jednu od najdelotvornijih mera za usporavanje funkcionalnog propadanja. Prema preporukama Svetske zdravstvene organizacije, osobe od 65 godina, ukoliko im zdravstveno stanje to dozvoljava, treba da ostvare 150-300 minuta umerene aerobne aktivnosti nedeljno ili odgovarajući ekvivalent intenzivnije aktivnosti, uz vežbe za jačanje velikih mišićnih grupa najmanje dva puta nedeljno. Poseban značaj u ovom uzrastu imaju vežbe snage i ravnoteže,

koje bi trebalo uključiti najmanje tri dana nedeljno jer doprinose očuvanju funkcionalnosti i smanjenju rizika od padova. Hodanje, plivanje, vožnja bicikla, vežbe sa opterećenjem i svakodnevno kretanje zato nisu samo sredstva za prevenciju kardiovaskularnih bolesti, već neposredno čuvaju sposobnost osobe da putuje, nosi prtljag, penje se stepenicama i samostalno obavlja svakodnevne aktivnosti.

Sa godinama se menjaju i **čulne funkcije**. Slabljenje vida i sluha može otežati orijentaciju, komunikaciju i kretanje u nepoznatom prostoru, dok promene čula mirisa i ukusa kod dela starijih osoba smanjuju uživanje u hrani i mogu doprineti slabijem apetitu. Na izraženost ovih čulnih promena dodatno utiču bolesti, lekovi, upotreba cigareta, oralno zdravlje i neurodegenerativna oboljenja. Zato hrana namenjena starijim osobama treba da bude i nutritivno odgovarajuća i privlačna po boji, mirisu, temperaturi i teksturi. Istovremeno, smanjen sluh i vid imaju neposredne posledice za organizaciju turističkih sadržaja jer dobro osvetljenje, čitljiva signalizacija, jasan govor vodiča, dovoljno vremena za snalaženje i odsustvo nepotrebnih fizičkih prepreka mogu predstavljati razliku između samostalnosti i zavisnosti od tuđe pomoći.

Poseban problem predstavlja **oralno zdravlje**. Gubitak zuba, parodontopatije, loše prilagođene proteze, bol pri žvakanju i suvoća usta mogu značajno promeniti izbor hrane. Osobe koje otežano žvaću češće izbegavaju tvrđe meso, sveže voće i povrće, orašaste plodove i druge namirnice koje zahtevaju intenzivnije žvakanje, čime se može smanjiti unos proteina, vlakana i pojedinih vitamina i minerala. Sistematski pregledi potvrđuju da je gubitak zuba kod starijih povezan sa većim rizikom od pothranjenosti. Zbog toga prilagođavanje teksture hrane treba da olakša žvakanje, ali ne i da obrok svede na nutritivno siromašnu kašastu hranu; meso se može usitniti ili pripremiti tako da bude meko, povrće termički obraditi, a voće ponuditi u oblicima koji se lakše žvaću.

Planiranje ishrane u starijem dobu je specifično i zahtevno jer potreba za energijom najčešće opada, dok potreba za kvalitetnim proteinima i većinom vitamina i minerala ne opada u istoj meri. Drugim rečima, manja količina hrane mora da obezbedi relativno veliku količinu neophodnih hranljivih materija. Zbog toga je važna **velika nutritivna gustina obroka**. Kao orijentaciona vrednost za starije osobe navodi se oko 30 kcal/kg telesne mase dnevno, ali naglašava se da potrebe moraju biti prilagođene telesnoj građi, aktivnosti, zdravstvenom i nutritivnom stanju. Preporučuje se unos od najmanje 1,0 g proteina po kilogramu telesne mase dnevno, dok se za zdrave starije osobe često navodi raspon od 1,0 do 1,2 g/kg dnevno. U slučaju akutnih i hroničnih bolesti potrebe mogu biti i veće.

Ovo je važna promena u odnosu na nekadašnje shvatanje prema kojem bi starije osobe trebalo rutinski da ograničavaju proteine zato što funkcija bubrega sa godinama slabi. Bubrežna rezerva zaista može opadati tokom starenja, ali je stepen promene veoma individualan i zdravoj starijoj osobi ne treba automatski uvoditi proteinsku restrikciju. Naprotiv, nedovoljan unos proteina ubrzava gubitak mišića. Ograničenje proteina određuje se individualno kod pojedinih stadijuma hronične bolesti bubrega, dok se kod većine starijih ljudi teži očuvanju dovoljnog proteinskog unosa. Isto važi i za restriktivne dijete uopšte, pa se zbog rizika od pothranjenosti i sarkopenije preporučuje oprez sa dijetetskim zabranama u starosti.

Osnovu ishrane zato treba da čine mahunarke, riba, jaja, nemasno meso, mlečni proizvodi koji se dobro podnose, povrće, voće, integralne žitarice, orašasti plodovi i biljna ulja, uz ograničavanje hrane bogate dodatim šećerom, solju i zasićenim mastima. Nema potrebe da se mlečni proizvodi rutinski isključuju. Sposobnost razgradnje laktoze zavisi pre svega od aktivnosti enzima laktaze, koja je velikim delom genetski određena. Osobe koje ne podnose veće količine mleka često bez teškoća podnose jogurt, druge fermentisane mlečne proizvode ili sireve sa malo laktoze. Izbor hrane zato treba prilagoditi stvarnoj toleranciji, a ne samoj starosti.

Važna nutritivna opasnost u ovom dobu jeste upravo **pothranjenost**, koja može ostati neprimećena. Slabiji apetit, bolesti, gubitak zuba, otežano gutanje, depresija, samoća, teškoće u kupovini ili pripremi hrane i brojni lekovi mogu zajedno dovesti do nedovoljnog unosa. Zato savremene gerijatrijske smernice preporučuju rutinsko prepoznavanje rizika od pothranjenosti, a ne samo kontrolu gojaznosti. Posebno nepovoljna kombinacija jeste istovremeno prisustvo viška masnog tkiva, smanjene mišićne mase i oslabljene mišićne funkcije, odnosno sarkopenijska gojaznost, jer osoba može imati visok BMI, a istovremeno slabu mišićnu snagu i izrazito smanjenu funkcionalnu rezervu.

Jednako važna je **hidracija**. Starije osobe se smatraju populacijom sa povećanim rizikom od nedovoljnog unosa tečnosti, pa se kao praktična smernica navodi najmanje 1,6 litara vode i drugih napitaka dnevno za žene i 2,0 litra za muškarce, osim kada zdravstveno stanje zahteva drugačiji režim. Ove količine ne uključuju vodu sadržanu u hrani. Potrebe rastu tokom vrućine, fizičke aktivnosti, povišene telesne temperature, povraćanja ili dijareje. Ovaj podatak je posebno značajan za turiste. Dugo hodanje, visoke temperature i boravak u suvom vazduhu mogu povećati gubitak tečnosti, dok ograničen pristup vodi i toaletima može otežati njen dovoljan unos.

Među mikronutrijentima posebnu pažnju zahtevaju **kalcijum i vitamin D**, zbog očuvanja kostiju i mišićne funkcije. Sposobnost kože da stvara vitamin D pod dejstvom UVB zračenja sa godinama opada, dok bolesti bubrega i jetre mogu dodatno uticati na njegov metabolizam. Kalcijum je najbolje obezbediti hranom, a suplementaciju razmatrati kada ishranom nije moguće ostvariti dovoljan unos. Starije osobe imaju i povećan rizik od **nedostatka vitamina B12**, naročito usled atrofičnog gastritisa,[209] smanjenog lučenja želudačne kiseline ili upotrebe lekova koji smanjuju njenu sekreciju, zbog čega se B12 iz hrane može slabije oslobađati i apsorbovati.

Anemiju u starijem dobu ne treba automatski pripisivati lošoj ishrani niti rutinski lečiti gvožđem bez utvrđivanja uzroka. Ona može biti povezana sa nedostatkom gvožđa ili vitamina, ali i sa hroničnim zapaljenjem, bubrežnom bolešću, gubitkom krvi ili drugim oboljenjima. Slično tome, nedovoljan unos cinka može se javiti kod jednolične ishrane i veoma malog unosa mesa, ribe i drugih dobrih izvora cinka, a njegov nedostatak može doprineti slabijem zarastanju rana i promenama ukusa i mirisa. Suplementi zato imaju mesto kada je utvrđen nedovoljan unos određenih hranljivih materija ili postoji osnovana sumnja na njega, ali nisu zamena za kvalitetnu i raznovrsnu ishranu.

Starenje prate **promene u nervnom sistemu**, brzini obrade informacija, obrascima sna i sposobnosti prilagođavanja novim stimulusima, ali normalno starenje ne treba poistovećivati sa demencijom, ozbiljnim gubitkom pamćenja ili depresijom. Kod starijih osoba češće se istovremeno javljaju hronični bol, poremećaji sna, smanjena pokretljivost, gubitak bliskih osoba, promena društvene uloge i finansijska nesigurnost, što može povećati psihološko opterećenje. Svetska zdravstvena organizacija posebno ističe usamljenost i socijalnu izolaciju kao značajne faktore rizika za depresiju, anksioznost, slabiji kvalitet života i narušeno fizičko zdravlje u starijem dobu.

Potreba za društvom, svrhom i autonomijom zato ne postaje manja sa godinama. Naprotiv, aktivnosti koje omogućavaju kontakt sa drugim ljudima, usvajanje novih znanja, boravak van kuće, kulturna iskustva i osećaj lične kompetentnosti mogu imati veliki značaj za kvalitet života. U tom smislu turizam za stariju osobu može predstavljati mnogo više od odmora jer putovanje može biti oblik fizičke aktivnosti, mentalne stimulacije i socijalnog povezivanja.

209 *Atrofični gastritis je hronično zapaljenje želudačne sluzokože praćeno gubitkom njenih žlezda, što može otežati iskorišćavanje pojedinih hranljivih materija, naročito vitamina B12.*

Sa godinama postaju češći multimorbiditet[210] i istovremena **primena većeg broja lekova**. Takva polifarmacija povećava mogućnost interakcija, neželjenih dejstava i grešaka u uzimanju terapije, pa Svetska zdravstvena organizacija preporučuje periodično preispitivanje čitave terapije, posebno kod starijih osoba sa više hroničnih bolesti. Na putovanju je tome potrebno dodati pravilno čuvanje lekova, dovoljne zalihe za čitav boravak, uzimanje terapije u odgovarajuće vreme pri promeni vremenskih zona i dostupnost osnovnih medicinskih podataka u slučaju potrebe za hitnom medicinskom pomoći.

Stariji organizam u proseku raspolaže **manjom funkcionalnom rezervom** nego mlađi, pa događaj koji je za mlađu osobu relativno beznačajan, na primer nekoliko dana nedovoljnog unosa hrane, dehidracija, infekcija, veliki fizički napor ili neprospavana noć, kod krhke starije osobe može izazvati nesrazmerno veliko pogoršanje funkcionalne sposobnosti. Upravo se na toj smanjenoj sposobnosti odgovora na stres zasniva pojam krhkosti, kliničkog stanja u kojem se smanjuju snaga, izdržljivost i fiziološka rezerva, zbog čega raste verovatnoća gubitka samostalnosti nakon relativno malog opterećenja.

PRODUŽENJE ŽIVOTA U DOBROM ZDRAVLJU

Savremena istraživanja starenja nisu usmerena samo na produženje ukupnog životnog veka, već pre svega na produženje perioda života provedenog u dobrom zdravlju. Cilj je da osoba što duže ostane pokretna, samostalna, kognitivno očuvana i bez ozbiljnih hroničnih bolesti, odnosno da se period funkcionalnog opadanja, slabosti i zavisnosti od tuđe pomoći pomeri što bliže samom kraju života. Upravo ovaj obrazac se uočava kod dugovečnih ljudi, kod kojih se ozbiljnija oboljenja i gubitak funkcionalnosti često javljaju tek u vrlo poznom dobu. Osoba koja doživi stotu može ostati aktivna i samostalna gotovo do kraja života i provesti relativno kratak period u teškoj bolesti.

Iako se proces starenja ne može potpuno zaustaviti, na brzinu funkcionalnog opadanja moguće je uticati. **Redovna fizička aktivnost** podstiče nastanak i obnovu mitohondrija, pomaže očuvanju mišićne mase, poboljšava osetljivost na insulin i povoljno deluje na krvne sudove i mozak. Uravnotežena ishrana obezbeđuje materije potrebne za održavanje i obnovu tkiva, dok održavanje odgovarajuće telesne mase smanjuje metaboličko opterećenje i hronično zapaljenje. Dovoljno sna, izbegavanje cigareta, ograničavanje unosa alkohola, očuvanje društvenih veza, intelektualna aktivnost i dobra kontrola krvnog pritiska, glukoze i masnoća u krvi istovremeno deluju na više mehanizama povezanih sa starenjem.

210 *Multimorbiditet je istovremeno prisustvo dve ili više hroničnih bolesti kod iste osobe.*

Njihov značaj nije u tome što uklanjaju jedan određeni uzrok starosti, već u tome što čuvaju sposobnost organizma da popravlja oštećenja, prilagođava se opterećenjima i obnavlja sopstvena tkiva.

U nastojanju da se zdrav životni vek dodatno produži istražuju se **kalorijska restrikcija**, povremeni post, različiti odnosi hranljivih materija, pojedini lekovi, kao i postupci usmereni na senescentne ćelije, mitohondrije i signalne puteve koji regulišu metabolizam i rast. Rezultati istraživanja na životinjama često su ohrabrujući, ali se ne mogu neposredno preneti na ljude. Poseban metodološki izazov predstavlja činjenica da ljudi i drugi primati žive dugo, zbog čega studije stvarnog produženja života mogu trajati više decenija. U takvim istraživanjima ponekad se gotovo doslovno postavlja pitanje da li će projekat trajati dovoljno dugo i da li će njegovi učesnici i istraživači dočekati konačan odgovor.

Antioksidansi

Kako je već rečeno, reaktivne vrste kiseonika obuhvataju slobodne radikale i neradikalske vrste, poput vodonik-peroksida. Razlikuju se po reaktivnosti i vremenu opstanka, a neke mogu pokrenuti lančane reakcije koje oštećuju ćelijske strukture. Ova jedinjenja nastaju ne samo pod uticajem spoljašnjih štetnih faktora, već i kontinuirano tokom normalnog metabolizma, naročito u mitohondrijama. Njihova produkcija se povećava pod uticajem duvanskog dima, zagađenja, UV i jonizujućeg zračenja, infekcija, hroničnog zapaljenja i toksina, kao i tokom intenzivne fizičke aktivnosti, što predstavlja deo normalnog adaptivnog odgovora organizma.

Oksidativni stres nastaje kada njihovo stvaranje prevaziđe kapacitet odbrambenih i reparativnih sistema organizma. Tada mogu biti oštećeni lipidi, proteini i DNK, što se povezuje sa različitim hroničnim bolestima poput ateroskleroze, neurodegenerativnih poremećaja, dijabetesa, hroničnih plućnih bolesti i maligniteta. Organizam raspolaže sopstvenim antioksidativnim sistemima, među kojima su enzimi superoksid-dismutaza, katalaza i glutation-peroksidaza, kao i molekuli poput glutationa. Hrana obezbeđuje dodatne zaštitne materije, uključujući vitamine C i E, karotenoide, polifenole i jedinjenja sa sumporom. Izotiocijanati se nalaze u kupusu, brokoliju i drugim kupusnjačama, katehini u čaju, kakau i pojedinim vrstama voća, likopen u paradajzu, lubenici i ružičastom grejpfrutu, a antocijanini u bobičastom voću, trešnjama i tamnocrvenim ili ljubičastim biljnim namirnicama.

Međutim, antioksidansi iz raznovrsne hrane i koncentrovani antioksidativni suplementi ne daju iste rezultate. Biljne namirnice sadrže vlakna, minerale i stotine međusobno povezanih bioaktivnih jedinjenja, dok suplement najčešće obezbeđuje visoku dozu jednog izolovanog sastojka. Velika istraživanja nisu pokazala da suplementi vitamina C, vitamina E ili beta-karotena sprečavaju rak ili produžavaju život zdravih osoba. U istraživanju sprovedenom među muškarcima pušačima beta-karoten ne samo da nije smanjio učestalost raka pluća, već je bio povezan sa većom učestalošću ove bolesti, što je postalo jedan od najpoznatijih primera da antioksidativna supstanca ne mora u svakoj biološkoj situaciji imati zaštitno dejstvo.

Slična ravnoteža uočava se tokom fizičkog treninga. Prolazno stvaranje reaktivnih jedinjenja predstavlja signal kojim mišić prepoznaje opterećenje, pojačava sopstvenu antioksidativnu zaštitu i pokreće stvaranje novih mitohondrija. U jednom istraživanju svakodnevno uzimanje 1 000 mg vitamina C i 235 mg vitamina E tokom jedanaest nedelja bilo je praćeno slabije izraženim promenama pojedinih ćelijskih pokazatelja prilagođavanja treningu izdržljivosti. Antioksidansi, prema tome, nisu sredstvo kojim se starenje može zaustaviti, već deo složenog sistema održavanja oksidativne ravnoteže.

Vitamin D

Vitamin D je neophodan za održavanje ravnoteže kalcijuma i fosfata, zdravlje kostiju i mišića, a učestvuje i u regulisanju imunskih i brojnih ćelijskih procesa. Nedostatak vitamina D treba sprečiti ili korigovati, naročito kod osoba sa malom izloženošću sunčevoj svetlosti, malapsorpcijom,[211] **osteoporozom** ili povećanim rizikom od preloma. Međutim, suplementacija osoba koje već imaju odgovarajući status vitamina D nema dokazane *antiaging* efekte. U velikom istraživanju VITAL, koje je obuhvatilo gotovo 26 000 odraslih osoba, 2 000 internacionalnih jedinica vitamina D dnevno nije smanjilo ukupnu učestalost invazivnih malignih bolesti ni velikih kardiovaskularnih događaja. U dodatnom ispitivanju iste populacije suplementacija nije smanjila ni učestalost preloma kod zdravih osoba.

U poduzorku studije VITAL, telomere u leukocitima učesnika koji su tokom četiri godine svakodnevno uzimali 2 000 internacionalnih jedinica vitamina D skratile su se u proseku za oko 140 baznih parova[212] manje nego u placebo grupi. Nalaz ukazuje na moguće sporije ćelijsko starenje, ali ne dokazuje da vitamin D produžava život ili usporava starenje drugih tkiva.

211 *Malapsorpcija je poremećena apsorpcija hranljivih materija iz sistema za varenje u organizam.*

212 *Bazni parovi su parovi povezanih baza koje pripadaju naspramnim lancima DNK. Njihov broj koristi se za izražavanje dužine pojedinih delova DNK.*

Vitamin D je rastvorljiv u mastima, pa se bolje apsorbuje kada se uzima uz obrok koji sadrži određenu količinu masti. Nema pouzdanog osnova da se svim osobama preporučuje isključivo jutarnje uzimanje zbog navodnog ometanja melatonina. Mnogo su važniji odgovarajuća doza, stvarna potreba i izbegavanje dugotrajne nekontrolisane suplementacije, koja može dovesti do hiperkalcemije[213] i oštećenja bubrega.

Polifenoli, začini i mediteranski obrazac ishrane

Kurkumin je najpoznatiji polifenol kurkume i u eksperimentalnim uslovima pokazuje antiinflamatorno i antioksidativno dejstvo. Njegova praktična primena ograničena je slabom rastvorljivošću, brzom razgradnjom i malom koncentracijom koja nakon uobičajenog oralnog unosa dospeva u krv. Pojedine posebno formulisane preparate organizam apsorbuje bolje, ali se rezultati dobijeni jednom formulacijom ne mogu automatski pripisati svakom dodatku kurkume. Klinička istraživanja pružaju umerene dokaze da pojedini preparati mogu ublažiti bol i poboljšati funkciju kod osteoartritisa kolena, dok su nalazi o očuvanju kognitivnih sposobnosti neujednačeni. Ne postoje dokazi da kurkumin produžava život ljudi.

Resveratrol, polifenol koji se nalazi u pokožici grožđa, bobičastom voću i kikirikiju, privukao je pažnju zato što u pojedinim eksperimentalnim modelima utiče na signalne puteve povezane sa energetskim metabolizmom i kalorijskom restrikcijom. Mala klinička istraživanja pokazala su moguća poboljšanja osetljivosti na insulin, moždane cirkulacije ili pojedinih testova pamćenja, ali druga istraživanja kod zdravijih starijih osoba nisu potvrdila značajan kognitivni efekat. Njegovo dejstvo na ljudsku dugovečnost nije dokazano.

Crveno vino zato nije opravdano predstavljati kao antiaging napitak. Količina resveratrola u jednoj čaši mnogo je manja od doza korišćenih u većini eksperimentalnih ispitivanja, dok alkohol istovremeno nosi ozbiljne zdravstvene rizike. Osobu koja ne pije alkohol ne treba savetovati da počne da pije zbog resveratrola.

Za razliku od izolovanih polifenola, postoje čvrsti dokazi za mediteranski obrazac ishrane. U brojnim istraživanjima, mediteranska ishrana obogaćena **devičanskim maslinovim uljem** ili orašastim plodovima smanjila je učestalost infarkta i moždanog udara kod osoba sa povećanim rizikom. Korist se ne može pripisati samo mononezasićenim masnim kiselinama ili jednom antioksidansu, već zajedničkom dejstvu maslinovog ulja, povrća, voća, mahunarki, orašastih plodova, ribe i manjeg udela visoko prerađene hrane.

213 *Hiperkalcemija je povišena koncentracija kalcijuma u krvi, koja može poremetiti rad bubrega, srca i nervnog sistema.*

Šafran sadrži karotenoide krocin i krocetin. Mala klinička istraživanja ispitivala su njegovu primenu kod depresivnih simptoma i kognitivnih poremećaja, ali na osnovu njih nije moguće zaključiti da šafran usporava opšte biološko starenje. Ishrana bogata začinima, biljem i raznobojnim povrćem može smanjiti rizik od hroničnih bolesti, ali ne postoji posebna kombinacija kurkume, šafrana, zelenog čaja, maslinovog ulja i vina koja predstavlja dokazanu formulu dugovečnosti.

San i obnova nervnog sistema

San nije pasivno isključivanje mozga, već fiziološko stanje tokom kojeg se menjaju električna aktivnost, hormonska regulacija, metabolizam i kretanje tečnosti kroz nervno tkivo. U eksperimentu na miševima objavljenom 2013. godine, tokom sna zabeleženo je povećanje zapreminskog udela međućelijskog prostora u moždanoj kori za približno 60% u odnosu na budnost, uz efikasnije uklanjanje određenih metaboličkih proizvoda.

Istraživanja na ljudima potvrđuju vezu između sna i metabolizma proteina povezanih sa neurodegeneracijom. Nakon jedne noći bez sna koncentracije pojedinih oblika beta-amiloida[214] u cerebrospinalnoj tečnosti povećavaju se za približno 25-30%, uglavnom zbog pojačane proizvodnje tokom produžene budnosti. Iako jedna neprospavana noć neće izazvati Alchajmerovu bolest, redovno i dovoljno spavanje jedan je od stubova zdravlja centralnog nervnog sistema. San doprinosi i učvršćivanju pamćenja, regulaciji apetita i glukoze, imunskom odgovoru i oporavku nakon fizičkog i psihološkog opterećenja.

Koristan stres

Ideja da određen stres može ojačati organizam opisuje se pojmom **hormeze**. Odgovor organizma na kratkotrajno i umereno opterećenje podrazumeva aktivaciju mehanizama zaštite, popravke i prilagođavanja. Međutim, nije svaki stres koristan. Predugo trajanje ili preveliki intenzitet stresa, kao i nedostatak oporavka, mogu oštetiti organizam umesto da ga ojačaju.

Fizička aktivnost predstavlja najjasniji primer korisnog fiziološkog stresa. Tokom vežbanja privremeno rastu energetske potrebe, mehaničko opterećenje, telesna temperatura i proizvodnja reaktivnih vrsta kiseonika. U periodu oporavka organizam odgovara stvaranjem novih mitohondrija, jačanjem mišićnih vlakana, poboljšanjem osetljivosti na insulin i povećanjem funkcionalnih rezervi srca i krvnih sudova. Za zdravlje nije neophodno da svaki trening bude maksimalno intenzivan. Najveću vrednost za zdravlje ima redovno kombinovanje aerobnog kretanja i vežbi snage sa povremenim intenzivnijim naporima, u skladu sa zdravstvenim stanjem i fizičkim sposobnostima.

214 *Beta-amiloid je proteinski fragment koji nastaje razgradnjom većeg proteina. Njegovo nagomilavanje u mozgu jedno je od obeležja Alchajmerove bolesti.*

Kalorijska restrikcija aktivira signalne puteve povezane sa energetskom štednjom, autofagijom[215] i popravkom ćelijskih oštećenja. U eksperimentima na životinjama pokazano je da kalorijska restrikcija može produžiti život, ali treba imati u vidu da se pod tim podrazumeva smanjenje energetskog unosa uz očuvanu nutritivnu vrednost ishrane, a ne gladovanje ili nedovoljan unos proteina, vitamina i minerala. U starijem dobu agresivno smanjivanje kalorija može ubrzati gubitak mišićne i koštane mase, pa se eventualna korist mora procenjivati u odnosu na rizik od pothranjenosti, mišićne slabosti i padova.

Vremenski ograničena ishrana, kao jedan oblik povremenog odnosno **intermitentnog posta**, podrazumeva unos hrane u određenom delu dana, na primer tokom osam do deset sati, i pojedinim osobama može olakšati kontrolu energetskog unosa. U istraživanjima osmočasovni vremenski prozor bio je povezan sa umerenim gubitkom telesne mase i poboljšanjem pojedinih metaboličkih pokazatelja, ali efekat često potiče od toga što ljudi spontano unose manje hrane. Nije dokazano da intermitentni post kod ljudi produžava život nezavisno od telesne mase, kvaliteta ishrane i ukupnog energetskog unosa.

Ponavljano izlaganje toploti predstavlja još jedan mogući podsticaj. Toplota povećava protok krvi i aktivira proteine toplotnog šoka, koji učestvuju u očuvanju i popravci drugih proteina. U dugoročnim finskim istraživanjima češće korišćenje saune bilo je povezano sa nižom kardiovaskularnom smrtnošću i manjom učestalošću demencije. Pošto je reč o opservacionim studijama, nije moguće sa sigurnošću utvrditi koliko koristi potiče od same saune, a koliko od životnih navika i zdravstvenog profila ljudi koji je redovno koriste. Više o tome biće reči u poglavlju „Sauna i zdravlje".

Hladne kupke i tuširanje hladnom vodom izazivaju jak odgovor simpatičkog nervnog sistema i kratkotrajne promene u cirkulaciji i zapaljenskim signalima. Dokazi o njihovom uticaju na dugovečnost, imunitet i sprečavanje bolesti znatno su slabiji od popularnih tvrdnji. U jednom velikom istraživanju završno tuširanje hladnom vodom bilo je povezano sa manjim brojem izostanaka sa posla, ali ne i sa manjim brojem dana tokom kojih su učesnici zaista osećali simptome bolesti. Izlaganje hladnoći zato nije opravdano predstavljati kao dokazanu metodu jačanja imuniteta, a naglo uranjanje u hladnu vodu može biti rizično za osobe sa kardiovaskularnim bolestima.

Na psihološki stres ne može se jednostavno primeniti pravilo „ono što me ne ubije, ojačaće me". Kratkotrajni, predvidivi izazovi nad kojima osoba ima određenu kontrolu mogu podsticati učenje, samopouzdanje i prilagođavanje. Nasuprot tome, neprekidno trpljenje bez dovoljnog vremena za oporavak održava aktivnost simpatičkog nervnog sistema, remeti regulaciju lučenja kortizola, remeti san, pojačava zapaljenje i povećava metaboličko i kardiovaskularno opterećenje.

215 *Autofagija je proces kojim ćelija razgrađuje i ponovo koristi sopstvene oštećene ili nepotrebne sastojke.*

ŠTA MOŽEMO DA NAUČIMO OD STANOVNIKA PLAVIH ZONA?

Okinava i Sardinija često se navode kao područja izuzetne dugovečnosti, zajedno sa Ikarijom u Grčkoj, poluostrvom Nikoja u Kostariki i zajednicom adventista sedmog dana[216] u kalifornijskom gradu Loma Linda. Za ova područja i zajednice ustalio se popularan naziv „**plave zone**". Ipak, posmatranje ovih zajednica samo po sebi ne omogućava da se izdvoji jedna namirnica, navika ili biološka osobina odgovorna za dug život. Dugovečnost njihovih stanovnika verovatnije je rezultat zajedničkog delovanja ishrane, fizičke aktivnosti, porodičnih i društvenih odnosa, lokalne kulture i drugih činilaca životnog okruženja tokom čitavog života.

Tradicionalna ishrana stanovnika Okinave bila je energetski skromna, ali nutritivno bogata. Njenu osnovu činili su batat, zeleno i žuto povrće, proizvodi od soje, mahunarke, alge i manje količine ribe i mesa, dok su šećer, zasićene masti i visoko prerađena hrana bili zastupljeni u veoma maloj meri. Jelo se polako i u manjim porcijama, u skladu sa tradicionalnim načelom **hara hači bu**, prema kojem se obrok završava pre nego što se dostigne potpuna sitost. Procene ukazuju da su starije generacije Okinavljana tokom dela života unosile približno 10 do 15% manje energije od svojih procenjenih potreba, uz dovoljan unos osnovnih hranljivih materija. Nije, dakle, bila reč o izgladnjivanju, već o ishrani male energetske gustine, u kojoj velika količina povrća i mahunarki obezbeđuje sitost uz umeren kalorijski unos.

Posebno je zanimljivo istraživanje koje je obuhvatilo 12 **superstogodišnjaka** sa Okinave, odnosno osoba koje su doživele najmanje 110 godina. Većina je u stotoj godini imala kliničke pokazatelje u granicama normale, dok su oko 105. godine već bili prisutni znaci krhkosti i brzo opadanje sposobnosti samostalnog obavljanja svakodnevnih aktivnosti. Ovaj nalaz ukazuje na to da izuzetna dugovečnost ne mora podrazumevati dug period bolesti i nemoći, već može značiti da se ozbiljnije funkcionalno propadanje odlaže gotovo do samog kraja života.

Promene životnog stila, međutim, vremenom su umanjile nekadašnju prednost stanovnika Okinave. Posleratne generacije postepeno su napuštale tradicionalna jela i prihvatale hranu veće energetske gustine, sa više prženih i industrijski prerađenih proizvoda. U kombinaciji sa manjkom svakodnevnog kretanja, ove promene doprinele su slabljenju nekadašnje prednosti stanovnika Okinave. Podaci objavljeni 2002. godine pokazali su da je Okinava pala sa četvrtog na 26. mesto među 47 japanskih prefektura[217] prema očekivanom životnom veku muškaraca.

---

216 *Adventisti sedmog dana su pripadnici hrišćanske verske zajednice koja subotu obeležava kao dan odmora i bogosluženja. Njeno učenje naglašava brigu o zdravlju i uzdržavanje od alkohola i duvana, što je važno za razumevanje istraživanja dugovečnosti ove zajednice.*

217 *Prefektura je teritorijalna i upravna jedinica Japana. Japan je podeljen na 47 prefektura.*

Novije demografske analize pokazuju jasnu razliku između generacija rođenih pre Drugog svetskog rata, koje su uglavnom zadržale povoljan obrazac smrtnosti, i mlađih generacija, kod kojih je zdravstvena prednost u odnosu na ostatak Japana znatno oslabljena.

Na Sardiniji je izuzetna dugovečnost naročito izražena u planinskim oblastima Oljastre i susednih oblasti, gde je zabeležen neuobičajeno veliki udeo muškaraca među stogodišnjacima. Tradicionalni način života podrazumevao je stočarstvo, poljoprivredni rad, svakodnevno hodanje po strmom terenu i očuvanje fizičke aktivnosti do duboke starosti. Ishrana se zasnivala na integralnim žitaricama, mahunarkama, povrću iz sopstvenih bašta, sezonskom voću, maslinovom ulju i umerenim količinama ovčijih i kozjih mlečnih proizvoda. Meso je uglavnom bilo praznična namirnica ili dodatak jelu, a ne njegova svakodnevna osnova.

Neobični sardinski proizvodi, poput hleba od žira pripremanog uz dodatak gline, sira koji sazreva u kozjem želucu ili tradicionalnog mekog sira sa larvama, zanimljivi su kao svedočanstvo prilagođavanja nestašici hrane i očuvanja lokalnih običaja. Ipak, nema osnova da se upravo tim proizvodima pripiše dugovečnost stanovništva. Mnogo su uverljivija objašnjenja koja dugovečnost povezuju sa jednostavnom i pretežno biljnom ishranom, redovnim kretanjem u prirodnom okruženju, malom učestalošću gojaznosti, snažnim porodičnim vezama i očuvanom društvenom ulogom starijih osoba. Na pojedinim nadgrobnim natpisima iz rimske Sardinije navedene su veoma visoke godine života pokojnika. Međutim, pouzdanost tih podataka nije moguće potvrditi, pa oni nisu dovoljni da se zaključi da izuzetna dugovečnost stanovništva neprekidno traje još od antičkog doba.

Umeren unos alkohola prisutan je u pojedinim kulturama povezanima sa dugovečnošću, ali nije njihova univerzalna osobina niti se može smatrati nužnim činiocem dugog života. Zbog toga ne postoji zdravstveno opravdanje da osoba koja ne konzumira alkohol počne da ga koristi u nadi da će time unaprediti zdravlje ili produžiti život.

3.6. AROMATERAPIJA KAO KOMPLEMENTARNI PRISTUP ZDRAVLJU

Aromaterapija se najšire može odrediti kao terapijska upotreba **etarskih ulja**, odnosno složenih smeša mirisnih, pretežno isparljivih organskih jedinjenja izdvojenih iz biljaka. Ulja se dobijaju iz **listova, cvetova, grančica, drveta, korena i drugih biljnih delova, kao i iz smola**. Hemijski sastav konačnog proizvoda ne zavisi samo od biljne vrste već i od korišćenog dela biljke, geografskog porekla, uslova gajenja, vremena berbe, načina čuvanja sirovine i postupka izdvajanja ulja. Najčešći tehnološki postupak jeste destilacija vodenom parom, tokom koje isparljive komponente biljke zajedno sa vodenom parom prelaze u gasovitu fazu, a zatim se hlađenjem kondenzuju u tečni destilat sastavljen od uljne i vodene faze. Pošto se etarsko ulje i voda uglavnom ne mešaju i razlikuju se po gustini, ove faze se naknadno razdvajaju. Tako se dobijaju **etarsko ulje i hidrolat**, odnosno vodeni destilat koji sadrži manju količinu rastvorenih aromatičnih jedinjenja. S druge strane, kod citrusnih ulja, naročito onih koja potiču iz kore limuna, pomorandže, bergamota i drugih plodova, uglavnom se primenjuje hladno ceđenje.

Za dobijanje relativno male količine etarskog ulja često je potrebna velika masa biljnog materijala. Prinos ulja, način proizvodnje i kvalitet sirovine utiču na cenu proizvoda, dok njegov hemijski sastav zavisi od svojstava biljke i uslova proizvodnje. Sve to postaje naročito važno kada se ulje ne koristi samo zbog prijatnog mirisa već i u terapijske svrhe. Sam naziv esencijalno ulje potiče od engleskog izraza *essential oil* i ne znači da je reč o sastojku koji je biološki neophodan organizmu, kao što su esencijalne aminokiseline ili masne kiseline, već se odnosi na ideju da ulje sadrži izdvojenu mirisnu „esenciju" biljke.

Aromaterapija se u svakodnevnom govoru često izjednačava sa biljnom medicinom u celini, iako je usmerena na primenu etarskih ulja, prvenstveno udisanjem njihovih isparljivih sastojaka ili nanošenjem na kožu, najčešće u razblaženom obliku. **Fitoterapija** obuhvata širi krug biljnih sirovina i preparata, uključujući cele biljke, njihove pojedine delove, čajeve, tinkture[218] i standardizovane ekstrakte, koji se koriste radi prevencije ili lečenja bolesti. Ovi preparati mogu se uzimati oralno, nanositi na kožu ili primenjivati drugim odgovarajućim putem. Aromaterapija i fitoterapija zato se delimično preklapaju, a razlika između njih prvenstveno se odnosi na vrstu preparata koji se koristi, a ne samo na način njegove primene.

218 *Tinktura je tečni biljni preparat koji se najčešće dobija izdvajanjem sastojaka biljke pomoću alkohola ili mešavine alkohola i vode.*

Kada se etarsko ulje nalazi u kapsuli ili drugom preparatu namenjenom **oralnoj primeni**, ono više ne deluje prvenstveno kao mirisna i senzorna intervencija, već se apsorbuje kroz gastrointestinalni sistem, metaboliše u jetri i dospeva u sistemsku cirkulaciju, pa takvu primenu treba posmatrati kao oblik fitoterapije, a ne kao aromaterapiju u užem smislu. Zbog toga se rezultati istraživanja standardizovanog preparata lavande namenjenog oralnoj primeni, na primer, ne mogu bez ograničenja prenositi na udisanje njenog mirisa iz difuzera, jer su doza, put apsorpcije i izloženost organizma sasvim drugačiji. Isto tako, dejstvo aromaterapijske masaže ne može se automatski pripisati samo etarskom ulju, budući da na ishod istovremeno utiču dodir, toplota, relaksacija, očekivanje korisnika i celokupan kontekst u kojem se tretman sprovodi.

Jednako je važno izbeći predstavu da sva etarska ulja čine jedinstvenu i međusobno zamenljivu terapijsku grupu, jer ulja lavande, ruže, bergamota, pomorandže, nane, čajnog drveta i drugih biljaka imaju različit hemijski sastav, različitu zastupljenost terpena, alkohola, estara, aldehida i fenolnih jedinjenja, kao i različitu sposobnost da izazovu sedativno, stimulativno, nadražajno, senzibilišuće ili antimikrobno dejstvo. Efekat zato zavisi od biljne vrste, koncentracije, načina primene, trajanja i učestalosti izlaganja, kvaliteta formulacije i zdravstvenog stanja korisnika. Važna su i prethodna iskustva i emocionalne asocijacije povezane sa određenim mirisom. Tako, na primer, miris koji jednoj osobi pruža osećaj sigurnosti i prijatnosti kod druge može izazvati nelagodnost, mučninu ili glavobolju.

Aromatične biljne supstance imaju **dugu istoriju** upotrebe u medicinske, religijske, društvene i kozmetičke svrhe, premda se u većem delu istorije nisu koristile u obliku savremenih, hemijski izdvojenih etarskih ulja, već kao biljne infuzije, čajevi, balzami, tamjan, parfemi, mirisne smole i cvetne dekoracije. U kineskoj tradiciji upotreba aromatičnih biljaka vezuje se za najranije oblike medicine od pre približno 4 500 godina, dok se rukopis koji se pripisuje *Shen Nungu*, nastao u periodu dinastije Han, navodi kao zbirka opisa 365 lekovitih sirovina, uključujući biljne, životinjske i mineralne. U starom Egiptu biljni ekstrakti, smole i mirisne materije imali su značajnu ulogu u svakodnevnoj nezi, ritualima i postupcima balzamovanja, a u popularnim istorijskim prikazima često se navodi da su prilikom otvaranja Tutankamonove grobnice 1922. godine još mogli biti prepoznati mirisi aromatičnih supstanci korišćenih u pogrebnom obredu. U grčkoj tradiciji Teofrast je sistematski opisivao mirise i lekovita svojstva biljaka. Hipokratu se pripisuju preporuke za aromatične kupke i opažanja o zaštitnom dejstvu pojedinih biljaka, dok je Dioskorid u delu *De Materia Medica* opisao približno 600 biljaka, uz supstance životinjskog i mineralnog porekla, čime je snažno uticao na evropsku i bliskoistočnu farmakoterapiju tokom narednih vekova.

Sam termin *aromathérapie* uveden je, međutim, tek u dvadesetom veku, kada ga je francuski hemičar *René-Maurice Gattefossé* upotrebio u knjizi objavljenoj 1937. godine. Za njegov rad vezuje se poznata, mada često pojednostavljeno prepričavana priča prema kojoj je nakon opekotine šake primenio etarsko ulje lavande i kasnije tvrdio da je rana brzo zarasla bez izraženog ožiljka. U biografskim prikazima navodi se i da je tokom Prvog svetskog rata koristio etarska ulja u vojnim bolnicama radi sprečavanja gangrene,[219] lečenja opekotina i ubrzavanja zarastanja rana. Njegovi postupci posle rata ipak nisu postali deo standardne medicinske prakse, već su bili predmet stručne kritike i u velikoj meri napušteni razvojem pouzdanijih antiseptika, antibiotika i hirurških protokola. Nekoliko decenija kasnije francuski lekar *Jean Valnet*, koji je posle Drugog svetskog rata radio kao vojni hirurg u Indokini, ponovo je promovisao primenu etarskih ulja zbog njihovog antimikrobnog dejstva, nastojeći da smanji potrošnju penicilina kod vojnika, čime je doprineo širenju savremene francuske škole aromaterapije, iako su njegove preporuke često prevazilazile obim dokaza koji bi se danas smatrao dovoljnim za kliničku primenu.

U savremenom društvu aromaterapija se razvila u široko rasprostranjenu **komplementarnu** praksu. Njena komercijalna popularnost, međutim, nije dokaz kliničke efikasnosti proizvoda. Takav rast, međutim, predstavlja pokazatelj komercijalne popularnosti, dostupnosti proizvoda i potražnje potrošača, a ne dokaz njihove kliničke efikasnosti, jer se tržišni uspeh može zasnivati na privlačnosti ideje o prirodnom lečenju, prijatnom čulnom iskustvu, moćnom marketingu i razvoju industrije *wellness*, nezavisno od kvaliteta naučnih dokaza. Etarska ulja koja se prodaju za aromaterapijsku i kozmetičku primenu u pravilu se ne smatraju lekovima namenjenim lečenju ili prevenciji bolesti, već kozmetičkim ili potrošačkim proizvodima, zbog čega tvrdnje da određeno ulje leči infekciju, depresiju, epilepsiju, malignu bolest ili neko drugo medicinsko stanje nisu samo naučno problematične već mogu biti i regulatorno sporne, naročito ukoliko podstiču korisnika da odloži ili zameni dokazano lečenje.

Aromaterapiju je zato najprimerenije razmatrati kao heterogenu komplementarnu praksu na granici između čulnog iskustva, rituala relaksacije i potencijalnog farmakološkog dejstva pojedinih isparljivih sastojaka. Njenu delotvornost treba procenjivati za određeno ulje, koncentraciju, način i trajanje primene, kao i za konkretan zdravstveni ishod.

219 *Gangrena je odumiranje tkiva, najčešće usled ozbiljno poremećenog snabdevanja krvlju, koje može biti praćeno infekcijom.*

HEMIJSKI SASTAV, BILJNO POREKLO I NAČINI PRIMENE ETARSKIH ULJA

Da bismo razumeli zašto se efekti različitih ulja toliko razlikuju, treba pogledati šta ona zapravo sadrže. Etarska ulja nisu pojedinačne supstance niti hemijski ujednačeni proizvodi, već složene smeše isparljivih organskih jedinjenja, pri čemu jedno ulje može sadržati od približno 80 do više od 300 različitih komponenti, zastupljenih u veoma nejednakim odnosima. Nekoliko dominantnih sastojaka najčešće određuje osnovni miris, fizičkohemijska svojstva i najveći deo biološke aktivnosti ulja, dok komponente prisutne u manjim količinama mogu uticati na njegovu stabilnost, apsorpciju i ukupno dejstvo smeše. U sastavu preovlađuju monoterpeni i seskviterpeni,[220] kao i njihovi derivati, među kojima se nalaze alkoholi, aldehidi, ketoni, estri i fenoli, ali se njihov odnos može znatno razlikovati čak i među proizvodima dobijenim od iste biljne vrste.

Sastav, a time i potencijalna delotvornost i bezbednost ulja, zavise od međusobnog delovanja botaničkih, ekoloških i tehnoloških činilaca, odnosno od biljne vrste, sorte, hemotipa[221] i korišćenog dela biljke, geografskog porekla i uslova gajenja, faze razvoja i vremena berbe, kao i načina sušenja, ekstrakcije i skladištenja. Zbog toga dva proizvoda označena istim trgovačkim ili narodnim nazivom ne moraju biti hemijski ni biološki jednaka. Sastav se može menjati i tokom čuvanja, jer kiseonik, toplota i svetlost podstiču oksidaciju pojedinih komponenti, a proizvodi oksidacije mogu jače nadraživati kožu i imati izraženiji potencijal za izazivanje **alergijske senzibilizacije**. Za istraživačku ili terapijsku primenu zato nisu dovoljne oznake poput „prirodno" i „čisto", već su važni tačan botanički naziv, korišćeni deo biljke, poreklo i način proizvodnje, rok i uslovi čuvanja, kao i, kada je moguće, analiza hemijskog sastava gasnom hromatografijom spregnutom sa masenom spektrometrijom.[222]

Pripadnost istoj hemijskoj grupi ne znači da jedinjenja imaju jednako biološko dejstvo. Zato je korisnije razmatrati konkretne sastojke, njihove koncentracije i način primene nego čitavim grupama pripisivati jedinstveno terapijsko svojstvo. Tako se, na primer, za fenole, aromatične aldehide, pojedine monoterpenske alkohole, kiseline i fenil-metil-etre navodi antiinfektivno ili imunomodulatorno dejstvo, dok se estrima, kumarinima i laktonima pripisuju umirujuća i relaksaciona

220 *Monoterpeni i seskviterpeni su grupe biljnih jedinjenja čiji osnovni ugljenični skelet sadrži deset, odnosno petnaest atoma ugljenika. Mnogi njihovi predstavnici učestvuju u stvaranju mirisa etarskih ulja.*

221 *Hemotip označava varijantu unutar iste biljne vrste koja se od drugih razlikuje po karakterističnom hemijskom sastavu, naročito po dominantnim sastojcima etarskog ulja.*

222 *Gasna hromatografija spregnuta sa masenom spektrometrijom (GC-MS) jeste analitička tehnika kojom se sastojci smeše najpre razdvajaju, a zatim identifikuju na osnovu svojstava njihovih molekula i fragmenata.*

svojstva, ketonima sposobnost podsticanja obnavljanja tkiva, oksidima olakšavanje iskašljavanja, a pojedinim seskviterpenima antihistaminsko i antialergijsko delovanje. Ovakva klasifikacija može biti korisna kao okvir za razumevanje hemijske raznovrsnosti etarskih ulja, ali se ne sme tumačiti kao dokaz da svako jedinjenje koje pripada određenoj grupi izaziva isti efekat, niti da će aktivnost pokazana u ćelijskoj kulturi ili mikrobiološkom testu proizvesti klinički značajan rezultat kod čoveka. Na primer, određeni fenoli i aldehidi zaista mogu u laboratorijskim uslovima kočiti rast mikroorganizama, ali istovremeno mogu snažno nadraživati kožu i sluzokožu, dok pojedini ketoni, uprkos mogućem biološkom dejstvu, pri većoj ili dugotrajnoj izloženosti mogu pokazati i neurotoksični potencijal. Slično tome, oksid 1,8-cineol, karakterističan za pojedina ulja eukaliptusa i ruzmarina, može doprineti razređivanju sekreta i subjektivnom olakšanju disanja, ali se takav nalaz ne može bez ograničenja preneti na sve okside ili na svako etarsko ulje koje ih sadrži.

Etarska ulja mogu se izdvajati iz gotovo svih **anatomskih delova biljke**, pri čemu korišćeni organ u velikoj meri određuje njihov sastav i mirisni profil. Iz semena i plodova dobijaju se, između ostalog, ulja kardamoma, crnog bibera i slatkog komorača, dok listovi i nadzemne stabljike predstavljaju izvor ulja eukaliptusa, lovora, pačulija, nane, bora i ruzmarina. Cvetovi se koriste za dobijanje ulja muškatne žalfije, kamilice, jasmina, lavande, gorke narandže, ruže i ilang-ilanga. Iz kore citrusnih plodova dobijaju se ulja bergamota, limuna, mandarine i slatke pomorandže, a iz bobica kleke posebno ulje karakterističnog terpenoidnog sastava. Drvo, kora i smole koriste se za proizvodnju ulja kedra, tamjana i sandalovine, iz rizoma[223] đumbira i korena vetivera dobijaju se njihova etarska ulja, dok se iz aromatičnih trava izdvajaju ulja limunske trave i palmaroze. Kod iste biljke različiti organi mogu dati hemijski i biološki sasvim različite proizvode, što se jasno vidi kod gorke narandže, od čije se kore dobija ulje gorke narandže, od cvetova neroli, a od listova i mladih grančica *petitgrain*. Zato se naziv biljke bez navođenja korišćenog dela ne može smatrati dovoljnom identifikacijom proizvoda.

Kako je već navedeno, etarska ulja se u aromaterapiji mogu primenjivati **inhalacijom ili nanošenjem na kožu**, samostalno ili kao deo složenijih preparata, pri čemu način primene bitno menja količinu supstance koja dospeva u organizam, brzinu apsorpcije i profil mogućih neželjenih reakcija. Inhalaciona primena obuhvata udisanje isparljivih sastojaka ulja pomoću difuzera ili inhalatora, kao i sa maramice, gaze ili drugog nosača, pri čemu isparljivi molekuli najpre stupaju u kontakt sa receptorima mirisa u nosnoj šupljini i tako utiču na moždane sisteme

223 *Rizom je podzemno stablo iz kojeg mogu izrastati korenovi i novi nadzemni izdanci. Đumbir je primer biljke čiji se rizom koristi u ishrani i pripremi biljnih proizvoda.*

povezane sa emocijama, pamćenjem i autonomnim reakcijama, dok se deo jedinjenja istovremeno apsorbuje preko respiratorne sluzokože i pluća. Ovaj put delovanja ne znači da sva jedinjenja neposredno i u neizmenjenom obliku „odlaze u mozak", kako se ponekad pojednostavljeno prikazuje, već da se čulni doživljaj mirisa, emocionalne asocijacije, očekivanja korisnika i moguća farmakološka aktivnost apsorbovanih molekula međusobno prepliću.

Etarska ulja mogu se primenjivati na koži tokom **masaže, u oblogama i kupkama**, kao i u obliku **sprejeva, gelova, pasti** i drugih lokalnih preparata, ali se zbog visoke koncentracije po pravilu ne nanose nerazblažena na veću površinu kože. Najčešće se rastvaraju u biljnom ulju ili drugoj odgovarajućoj podlozi, čime se olakšava ravnomerno raspoređivanje i smanjuje rizik od iritacije, hemijske opekotine i alergijske senzibilizacije. Neposredno nanošenje nerazblaženog ulja na kožu ili leziju, koje se u pojedinim tradicionalnim protokolima ipak opisuje, ne bi trebalo posmatrati kao opštu preporuku, već kao postupak ograničen na posebno formulisane proizvode, male površine i stručno kontrolisane okolnosti. Primena na otvorene rane zahteva još veći oprez, jer preparat namenjen nezi rane mora biti mikrobiološki bezbedan, odgovarajuće koncentracije i formulisan tako da ne oštećuje novonastalo tkivo, što se ne može pretpostaviti za komercijalno etarsko ulje namenjeno difuzeru ili kozmetičkoj upotrebi.

Pojedini sastojci etarskih ulja mogu proći kroz rožnati sloj kože, dospeti u dublje slojeve, a zatim i u krvotok. Etarska ulja, dakle, **nisu samo mirisi koji ostaju na površini kože**. Obim tog prolaska zavisi od molekulske mase i lipofilnosti[224] sastojka, njegove koncentracije, vrste podloge, površine i trajanja nanošenja, temperature, primene masaže ili okluzivnog zavoja,[225] kao i od očuvanosti kožne barijere, pri čemu oštećena, upaljena ili veoma tanka koža omogućava veći prodor. Isti fizičkohemijski proces kojim se objašnjava mogućnost lokalnog ili sistemskog dejstva istovremeno objašnjava pojavu neželjenih reakcija, među kojima se najčešće izdvajaju iritativni i alergijski kontaktni dermatitis, dok citrusna ulja koja sadrže furokumarine, naročito pojedina ulja bergamota i limete, nakon izlaganja UV zračenju mogu izazvati fototoksičnu reakciju sa crvenilom, plikovima i naknadnom hiperpigmentacijom kože.

224 *Lipofilnost je sklonost supstance da se rastvara u mastima i drugim nepolarnim sredinama. Važna je za prolazak pojedinih sastojaka kroz kožnu barijeru.*

225 *Okluzivni zavoj je zavoj koji slabo propušta vazduh i vodenu paru. Zadržava vlagu na koži i može povećati prodiranje nanetih supstanci.*

KLINIČKI DOKAZI O DELOTVORNOSTI AROMATERAPIJE I GRANICE NJIHOVOG TUMAČENJA

Procena delotvornosti aromaterapije nije jednostavna. Miris može brzo promeniti doživljaj prostora i raspoloženje, kao i izazvati autonomne reakcije koje se ispoljavaju promenama pulsa, krvnog pritiska, mišićne napetosti, širine zenica, telesne temperature i periferne cirkulacije. Istovremeno, deo isparljivih sastojaka može se apsorbovati preko sluzokože disajnih puteva i pluća i dospeti u krvotok. Zato promena simptoma nakon tretmana može imati više međusobno povezanih uzroka. Kada se ulje nanosi na kožu tokom masaže, tumačenje je još zahtevnije, jer na ishod zajedno utiču miris, dodir, toplota, pažnja terapeuta, očekivanja korisnika i relaksaciono okruženje. Poboljšanje se zato ne može uvek pripisati isključivo farmakološkom dejstvu etarskog ulja. Dodatnu teškoću predstavlja česta praksa da se rezultati istraživanja biljnog ekstrakta, preparata namenjenog oralnoj primeni ili pojedinačnog hemijskog jedinjenja automatski pripisuju celoj biljci ili udisanju njenog etarskog ulja. Međutim, ove primene razlikuju se po hemijskom sastavu korišćenog materijala, sistemskoj izloženosti i načinu dejstva.

Najveći deo povoljnih kliničkih nalaza odnosi se na simptome koji su izrazito podložni uticaju čulnog okruženja, očekivanja i relaksacije, među kojima se izdvajaju **napetost, anksioznost, sniženo raspoloženje i poremećaji sna**. Meta-analiza *Cho* i *Kim* iz 2023. godine pokazala je umeren efekat aromaterapije na smanjenje depresivnih simptoma kod odraslih osoba, pri čemu je inhalaciona primena bila povezana sa jasnim poboljšanjem, dok je aromaterapijska masaža bila povezana sa nešto manje izraženim poboljšanjem. Najčešće je primenjivano ulje lavande, a ređe ulja bergamota, gorke pomorandže, damaske ruže, kore slatke pomorandže i ruzmarina. Efekat je bio izraženiji kod žena u menopauzi, osoba sa kardiovaskularnim bolestima i pacijenata koji su već imali psihološke tegobe, dok je kod onkoloških pacijenata poboljšanje bilo manje, ali statistički značajno, a kod trudnica i porodilja nije potvrđen pouzdan efekat. Sličan obrazac primećen je u pregledu istraživanja aromaterapije kod nesanice koji su objavili *Tang* i saradnici. Obuhvaćena istraživanja najvećim delom sprovedena su u Iranu, Kini i Turskoj. Objedinjeni nalazi ukazivali su na poboljšanje subjektivno procenjenog kvaliteta sna, naročito kod pacijenata sa kardiovaskularnim i malignim bolestima, kod kojih su teškoće sa spavanjem često bile povezane sa bolom, anksioznošću i stresom, pa je moguće da je smanjenje napetosti posredno olakšavalo uspavljivanje i održavanje sna. Rezultati pojedinačnih studija ipak su se znatno razlikovali prema vrsti ulja, trajanju tretmana, početnom zdravstvenom stanju i korišćenim upitnicima, zbog čega se zbirni efekat ne može posmatrati kao

jedinstven odgovor koji će se ponoviti kod svake osobe. Pretpostavljeni mehanizam obuhvata stimulaciju receptora mirisa i prenos signala prema strukturama limbičkog sistema koje učestvuju u regulaciji emocija, stresa i budnosti, ali takvo neurofiziološko objašnjenje ostaje verovatan okvir tumačenja, a ne neposredan dokaz da je poboljšanje sna posledica ovog neurofiziološkog mehanizma.

Nalazi o raspoloženju i snu posebno su zanimljivi u **menopauzi**, tokom koje se valunzi, noćno znojenje, anksioznost i poremećaji spavanja često međusobno pojačavaju. U četiri istraživanja sa 236 učesnica, aromaterapija lavandom, primenjivana inhalacijom ili masažom, samostalno ili u kombinaciji sa drugim uljima, bila je povezana sa značajnim smanjenjem ukupne izraženosti menopauzalnih tegoba. U dva manja ispitivanja, koja su ukupno obuhvatila 114 žena, sistolni pritisak bio je u proseku niži za 5,34 mmHg, a dijastolni za 5,06 mmHg u odnosu na kontrolne grupe, dok su u pojedinačnim studijama zabeleženi i ređi valunzi, manja anksioznost i blaže psihološke tegobe, uz poboljšanje libida.

Rezultati istraživanja sprovedenih tokom **stomatoloških procedura** takođe pokazuju da aromaterapija verovatnije utiče na napetost u iščekivanju zahvata nego na intenzitet bola. *Sales Junior* i saradnici analizirali su studije u kojima su etarska ulja primenjivana preko difuzera, nebulizatora, flastera, maski ili vate tokom vađenja zuba, primene lokalne anestezije, endodontskih, parodontoloških i restaurativnih postupaka.[226] U većini istraživanja zabeleženo je **smanjenje anksioznosti**. Međutim, od jedanaest studija koje su procenjivale i bol, samo su četiri pokazale njegovo značajno ublažavanje, dok u sedam nije utvrđena razlika u odnosu na kontrolnu grupu. Povoljniji rezultati zabeleženi su kod dece tokom vađenja mlečnih zuba, terapije pulpe, restaurativnih intervencija i davanja lokalnog anestetika, dok kod odraslih, naročito prilikom vađenja umnjaka, uklanjanja kamenca i endodontskog lečenja, intenzitet bola uglavnom nije bio značajno promenjen. U približno polovini studija zabeleženo je i smanjenje pulsa, krvnog pritiska ili frekvencije disanja, što može ukazivati na blaži autonomni odgovor na stres, ali samo po sebi ne potvrđuje klinički značajan anksiolitički ili analgetski efekat.

Nalazi iz dečje stomatologije, međutim, nisu se dosledno ponovili u drugim bolničkim uslovima. Od šest studija koje su procenjivale bol kod hospitalizovane dece, poboljšanje je zabeleženo u pojedinim istraživanjima pri postavljanju intravenskog katetera i u nekim trenucima nakon operacije, ali u istraživanjima venepunkcije, infuzije matičnih ćelija, tonzilektomije i drugih procedura nije utvrđen dosledan analgetski efekat. Inhalaciona primena ulja đumbira i mešavina etarskih ulja nije značajno smanjila mučninu i povraćanje, dok je bergamot u dva istraživanja bio povezan sa višom, a ne nižom anksioznošću. Nisu utvrđene

226 *Endodontski, parodontološki i restaurativni postupci obuhvataju, redom, lečenje unutrašnjosti zuba i kanala korena, lečenje tkiva koja okružuju i podupiru zub i obnovu njegovih oštećenih delova, na primer postavljanjem ispuna.*

ni pouzdane promene u trajanju plača, izraženosti straha, koncentraciji kortizola u pljuvački, pulsu ili krvnom pritisku, a kod pojedine dece miris je bio toliko neprijatan da je tretman morao biti prekinut, što pokazuje da intenzivan miris u nepoznatom i stresnom okruženju ne mora umiriti dete, već može predstavljati još jedan neprijatan nadražaj.

Cochrane pregled, koji je obuhvatio 13 istraživanja sa ukupno 708 osoba, nije pronašao ubedljive dokaze da lavanda, matičnjak ili druge aromatične biljne intervencije dosledno smanjuju agitaciju,[227] popravljaju raspoloženje i san ili unapređuju kvalitet života osoba sa demencijom. Rezultati su bili međusobno neusaglašeni, protokoli različiti, a veliki deo podataka nije mogao biti pouzdano objedinjen zbog nedostataka u sprovođenju istraživanja i prikazivanju rezultata. Prijatan miris, poznata asocijacija ili pažnja negovatelja mogu pojedinim pacijentima pružiti **kratkotrajan osećaj prijatnosti**, ali nema dovoljno dokaza da aromaterapija menja tok neurodegenerativne bolesti ili pouzdano kontroliše njene simptome.

Za pojedina etarska ulja postoje konkretniji klinički podaci kada se koriste **lokalno**, iako je tada reč o biljnim preparatima za lokalnu primenu, a ne o aromaterapiji zasnovanoj prvenstveno na udisanju mirisa. U pregledima se najčešće navode tamjan za zarastanje rana, bergamot kod svraba, psorijaze i herpesa, lavanda kod opekotina i bola, benzoin kod dermatitisa, ulkusa i promena kože, kao i ulje čajnog drveta kod akni, bradavica i bakterijskih ili gljivičnih infekcija, ali snaga dokaza za ove indikacije nije jednaka. Među intervencijama sa relativno bolje potvrđenim kliničkim efektima izdvaja se oralna upotreba ulja pitome nane kod **sindroma iritabilnog creva**.

Kod primene na koži pitanje je nešto drugačije, jer se ispituje neposredno dejstvo preparata na određenu kožnu promenu ili infekciju. Najviše dermatoloških istraživanja među navedenim uljima odnosi se na ulje čajnog drveta (*Melaleuca alternifolia*). U kliničkoj studiji u kojoj je gel sa 5% ulja čajnog drveta upoređen sa losionom koji je sadržao 5% benzoil-peroksida, oba tretmana smanjila su broj zapaljenskih i nezapaljenskih promena kod akni, pri čemu se dejstvo ulja čajnog drveta ispoljavalo sporije, ali je bilo praćeno manjim brojem iritativnih reakcija. U laboratorijskom istraživanju osetljivost bakterija na ulje čajnog drveta razlikovala se među vrstama. Za sprečavanje rasta 90% ispitanih izolata bakterije[228] *Pseudomonas aeruginosa* bila je potrebna koncentracija od 3%, dok je za uništavanje 90% izolata vrste *Staphylococcus capitis* bila potrebna koncentracija od 8%.

227 *Agitacija je stanje izraženog nemira i uznemirenosti koje se može ispoljavati neprestanim kretanjem, ponavljanjem radnji, povicima ili otporom prema nezi.*

228 *Bakterijski izolat je uzorak bakterije izdvojen iz određenog materijala, na primer brisa kože, i uzgojen u laboratoriji radi ispitivanja.*

U zasebnom istraživanju sa 117 pacijenata sa gljivičnom infekcijom noktiju stopala upoređene su lokalna primena nerazblaženog ulja čajnog drveta i primena 1% rastvora klotrimazola. Posle šest meseci negativan nalaz **gljivične kulture** zabeležen je kod 18% ispitanika koji su koristili ulje čajnog drveta i 11% onih koji su koristili klotrimazol. Delimično ili potpuno poboljšanje izgleda nokta zabeleženo je kod približno 60% ispitanika u obe grupe. Naime, korisnik može osećati manje svraba i nelagodnosti, a da uzročnik i dalje ostane prisutan. Ulje čajnog drveta zato može imati mesto u pojedinim preparatima za lokalnu primenu, ali nije univerzalna zamena za standardne antimikotike[229] i antibiotike, naročito pri dubljim, raširenim ili ponavljanim infekcijama.

Farmakološka opravdanost spoljašnje i inhalacione primene pojedinih etarskih ulja najčešće se objašnjava dejstvom njihovih dominantnih sastojaka, premda eksperimentalno potvrđen mehanizam ne znači da će aromaterapijski preparat proizvesti klinički značajan efekat. Ulje karanfilića sadrži približno 60-90% eugenola, koji može uticati na pojedine jonske kanale i smanjiti stvaranje prostaglandina. Time se objašnjavaju lokalno **anestetičko**, analgetsko i antizapaljensko dejstvo eugenola, kao i tradicionalna upotreba ulja karanfilića u stomatologiji. Mentol, dominantna komponenta ulja nane, aktivira receptore osetljive na hladnoću i utiče na prenos nadražaja kroz jonske kanale, stvarajući osećaj hlađenja i privremeno ublažavajući subjektivni doživljaj bola. Lavandi se, na osnovu ćelijskih i životinjskih modela, pripisuju inhibicija oslobađanja histamina iz mastocita[230] i smanjeno stvaranje prostaglandina i leukotriena, što pruža moguću osnovu za **antizapaljensko i analgetsko dejstvo**, ali klinička istraživanja ipak pokazuju da je njen efekat dosledniji kada je reč o napetosti, anksioznosti i doživljaju nelagodnosti nego o neposrednom smanjenju intenziteta bola.

Ulje eukaliptusa, bogato 1,8-cineolom, tradicionalno se primenjuje inhalaciono kod **prehlade i osećaja zapušenosti disajnih puteva**, dok eksperimentalni podaci ukazuju na moguće smanjenje stvaranja pojedinih medijatora zapaljenja, sekrecije sluzi i kontrakcije glatkog mišića dušnika. Takvi mehanizmi mogu doprineti **lakšem iskašljavanju** i subjektivnom osećaju prohodnosti disajnih puteva, ali ne dokazuju da inhalacija etarskog ulja dovodi do klinički značajnog proširenja bronhija. Slično tome, mentol iz ulja nane može stvaranjem osećaja hlađenja pružiti utisak da vazduh lakše prolazi kroz nos, iako objektivni protok vazduha ne mora biti povećan. Zbog toga inhalaciona primena eukaliptusa ili nane može imati ulogu u kratkotrajnom ublažavanju subjektivne nelagodnosti, ali ne predstavlja zamenu za standardnu terapiju astme, hronične opstruktivne bolesti pluća ili drugih oboljenja disajnih puteva.

229 *Antimikotici su lekovi namenjeni lečenju gljivičnih infekcija.*

230 *Mastociti su ćelije imunskog sistema prisutne u različitim tkivima, naročito u koži i sluzokožama. Oslobađaju histamin i druge supstance koje učestvuju u alergijskim i zapaljenskim reakcijama.*

NEŽELJENI EFEKTI I BEZBEDNOST PRIMENE ETARSKIH ULJA

Sveukupno posmatrano, istraživanja ne opravdavaju ni potpuno odbacivanje aromaterapije ni njeno predstavljanje kao dokazano efikasne terapije, već pokazuju da se povoljni rezultati najčešće odnose na subjektivne simptome napetosti, poremećaje sna i anksioznost, dok je analgetsko dejstvo promenljivo i uglavnom skromno. Pojedini antimikrobni efekti odnose se na lokalnu primenu tačno određenih formulacija etarskih ulja, a ne na olfaktorno dejstvo mirisa, pa se ni oni ne mogu uopštiti na aromaterapiju u celini. Istovremeno, činjenica da su etarska ulja biljnog porekla i da se koriste radi opuštanja ili nege ne znači da su bezopasna, jer predstavljaju koncentrisane smeše biološki aktivnih jedinjenja sposobnih da izazovu lokalne i, pri većoj apsorpciji, sistemske neželjene efekte.

Regulatorni status proizvoda nije dovoljan pokazatelj njihove bezbednosti, budući da se etarska ulja namenjena difuzerima, masaži, kupkama ili nezi kože najčešće stavljaju na tržište kao kozmetički ili potrošački proizvodi, a ne kao lekovi, pa ne prolaze kroz isti postupak dokazivanja delotvornosti i bezbednosti koji se zahteva za odobravanje lekova. U Sjedinjenim Američkim Državama, na primer, FDA ne odobrava unapred kozmetičke proizvode i njihove sastojke, osim određenih supstanci za bojenje, premda proizvođači snose odgovornost za bezbednost proizvoda, dok noviji propisi zahtevaju dokumentovanje procene bezbednosti i prijavljivanje ozbiljnih neželjenih događaja. Ipak, veliki broj proizvođača, neujednačen kvalitet proizvoda i ubrzano širenje tržišta i dalje otežavaju pravovremeno prepoznavanje retkih, odloženih ili nedovoljno prijavljenih reakcija.

Kod aromaterapije je neophodno razlikovati **inhalacionu i spoljašnju izloženost**, jer se razlikuju i očekivani efekti i profil rizika. Pri inhalaciji isparljive komponente mogu nadražiti oči i sluzokožu, izazvati kašalj, glavobolju, mučninu, vrtoglavicu ili bronhospazam, kao i pogoršati tegobe kod osoba sa astmom i pojačanom reaktivnošću disajnih puteva. Spoljašnja primena nosi prvenstveno rizik od iritacije, alergijske senzibilizacije, hemijske opekotine i fototoksičnosti, ali se, zbog lipofilnosti pojedinih sastojaka, ne može isključiti ni njihova apsorpcija kroz kožu, naročito kada se ulje nanosi nerazblaženo, na kožu zahvaćenu atopijskim dermatitisom ili na oštećenu kožu, pod okluzivnim zavojem ili uz zagrevanje i dugotrajnu masažu. Gutanje etarskih ulja ne predstavlja aromaterapijsku primenu, ali ostaje jedan od najvažnijih toksikoloških rizika povezanih sa njihovim čuvanjem i kućnom upotrebom, posebno kod dece.

Ista jedinjenja zbog kojih se etarska ulja proučavaju kao potencijalno korisna mogu, pri neodgovarajućoj primeni, izazvati i **neželjene reakcije**. Najčešća neželjena dejstva pri spoljašnjoj primeni jesu primarni iritativni i alergijski kontaktni dermatitis, između kojih postoji važna razlika. Iritativna reakcija može nastati već pri prvom kontaktu sa dovoljno koncentrovanim ili nadražujućim uljem i ispoljiti se naglim pečenjem, crvenilom, otokom ili hemijskom opekotinom, dok alergijski kontaktni dermatitis zahteva prethodni period senzibilizacije, nakon kojeg i znatno manja ponovna izloženost može izazvati izraženiju reakciju.

Sistematski pregled objavljenih prikaza slučajeva identifikovao je 71 pacijenta sa neželjenim reakcijama povezanim sa aromaterapijom, pri čemu je kontaktni dermatitis bio najčešći, a među češće navedenim uzročnicima nalazili su se lavanda, nana, čajno drvo i ilang-ilang. Rizik zavisi od koncentracije, hemijskog sastava, pomoćnih sastojaka, trajanja izlaganja i stanja kože korisnika, dok stara ili nepravilno čuvana ulja mogu biti problematičnija od svežih proizvoda, jer oksidacioni produkti pojedinih terpena imaju izraženiji senzibilišući potencijal.

Nadražajno dejstvo naročito se povezuje sa uljima bogatim pojedinim aldehidima i fenolima, mada se opasnost ne može procenjivati samo na osnovu pripadnosti određenoj hemijskoj grupi. Nanošenje nerazblaženog ulja, posebno na lice, vrat, pregibe, atopijsku ili oštećenu kožu, povećava količinu aktivnih jedinjenja koja neposredno dolaze u kontakt sa epidermisom i time verovatnoću iritacije i senzibilizacije. Preporuka da se etarska ulja razblažuju u odgovarajućem baznom biljnom ulju zato nema samo svrhu da ublaži intenzitet mirisa, već prvenstveno da smanji koncentraciju potencijalno nadražujućih i alergogenih sastojaka.

Poseban oblik kožne toksičnosti predstavlja **fototoksičnost**, karakteristična za pojedina citrusna ulja dobijena hladnim ceđenjem kore, naročito ulja bergamota, limuna, limete i grejpfruta, koja mogu sadržati psoralene i druge furokumarine. Nakon njihovog nanošenja i izlaganja UVA zračenju može nastati zapaljenska reakcija sa intenzivnim pečenjem, crvenilom, plikovima i naknadnom hiperpigmentacijom, koja ponekad traje mesecima. U literaturi je opisan slučaj tridesetčetvorogodišnje žene koja je nanela nerazblaženo citrusno ulje na vrat i grudi, a potom nekoliko sati boravila na otvorenom kraj bazena, nakon čega su se razvile promene nalik opekotinama i tamna pigmentacija. Fototoksični rizik ne prestaje kada miris ulja više nije primetan. Može trajati 12 sati i duže, pa tretiranu kožu treba zaštititi od sunca i solarijuma u skladu sa uputstvom za konkretan preparat.

Pojedina etarska ulja sadrže kamfor, tujon i druga jedinjenja koja pri dovoljnoj dozi mogu delovati **neurotoksično**, zbog čega je poseban oprez potreban kod osoba sa epilepsijom, trudnica, odojčadi i male dece. Simptomi trovanja kamforom mogu nastati nakon slučajnog gutanja, ali i posle intenzivne dermalne ili inhalacione izloženosti, a obuhvataju mučninu, povraćanje, vrtoglavicu, poremećaj svesti i konvulzije.[231] Kamfor se apsorbuje preko kože i sluzokože, kao i nakon gutanja. Prema pedijatrijskim toksikološkim smernicama, oralno uneta količina od 0,5-1 g može biti smrtonosna za dete. Opasnost konkretnog preparata zavisi od koncentracije kamfora i unete količine, zbog čega se takvi proizvodi moraju čuvati u originalnoj ambalaži i van domašaja dece.

Naročito opasan proizvod za **malu decu** jeste i etarsko ulje gauterije (*Gaultheria procumbens*), poznato pod engleskim nazivom *wintergreen oil*, čiji glavni sastojak, metil-salicilat, organizam pretvara u salicilnu kiselinu, pa klinička slika trovanja odgovara predoziranju aspirinom. Metil-salicilat može se apsorbovati i kroz kožu, pri čemu toplota, upala, oštećenje kožne barijere i okluzivni zavoj znatno ubrzavaju njegov prodor u sistemsku cirkulaciju. Jedna čajna kašičica čistog ulja gauterije sadrži količinu metil-salicilata približno ekvivalentnu oko sedam grama acetilsalicilne kiseline, a kod dece su opisani i smrtni ishodi nakon nepravilne lokalne primene.

Etarsko ulje koje dospe u oko može izazvati intenzivno pečenje, bol, crvenilo, zamućenje vida, oštećenje epitela i, u težim slučajevima, **povredu rožnjače**. lako se u pojedinim starijim aromaterapijskim izvorima preporučivalo početno ispiranje mlekom ili biljnim uljem, savremena toksikološka i oftalmološka prva pomoć podrazumeva da se oko bez odlaganja obilno ispira mlakom tekućom vodom ili fiziološkim rastvorom najmanje 15-20 minuta, bez pokušaja neutralizacije drugim supstancama, nakon čega je potreban stručni pregled ukoliko bol, crvenilo ili poremećaj vida ne prolaze.

Bezbedna aromaterapijska primena zato podrazumeva korišćenje kvalitetnih i jasno deklarisanih proizvoda, odgovarajuće razblaživanje pri nanošenju na kožu, izbegavanje produžene inhalacije u slabo provetrenom prostoru i prethodnu procenu podnošljivosti mirisa i preparata. Etarska ulja treba čuvati van domašaja dece, u originalnoj i dobro zatvorenoj ambalaži, bez prelivanja u bočice za lekove, hranu ili napitke. Proizvode namenjene difuzerima ili spoljašnjoj primeni ne treba gutati. Poseban oprez potreban je kod dece, trudnica, osoba sa epilepsijom, astmom, bolestima jetre, oštećenom kožnom barijerom i ranijim alergijskim reakcijama.

231 *Konvulzije su nevoljne grčevite kontrakcije mišića koje se mogu javiti tokom epileptičkog napada, trovanja i drugih poremećaja rada nervnog sistema.*

Najuravnoteženije je aromaterapiju posmatrati kao **dopunsku senzornu i relaksacionu intervenciju**, čija se moguća korist najčešće ispoljava kroz kratkotrajno ublažavanje napetosti, subjektivnog doživljaja bola, anksioznosti i teškoća sa uspavljivanjem, ali čiji se efekat ne može jednostavno odvojiti od prijatnosti mirisa, ličnih asocijacija, očekivanja korisnika, odmora, dodira, masaže i ukupnog okruženja u kojem se tretman sprovodi. Upravo zato naučna literatura pruža više podrške njenoj ulozi u unapređenju komfora i opuštanja nego tvrdnjama da etarska ulja mogu da leče hipertenziju, depresiju, demenciju, hronični bol, infekcije ili druga oboljenja.

Primena aromaterapije može imati opravdano mesto uz standardnu zdravstvenu negu kada je usmerena na jasno određen simptom, kada je korisniku miris prijatan i kada se koristi kvalitetan, pravilno razblažen i odgovarajuće deklarisan proizvod, ali ne bi trebalo da odlaže dijagnostiku niti da zamenjuje dokazanu medicinsku terapiju.

3.7. DETOKS TRETMANI IZMEĐU MEDICINE I MARKETINGA

Izraz detoksikacija u medicini ima precizno i ograničeno značenje. U lečenju zavisnosti njime se tradicionalno označava medicinski nadzirano zbrinjavanje akutnog apstinencijalnog sindroma[232] nakon prekida uzimanja alkohola ili droga. U kliničkoj toksikologiji postupak detoksikacije zavisi od otrova i može obuhvatiti sprečavanje njegove dalje apsorpcije, primenu specifičnog antidota,[233] helacionu terapiju[234] kod određenih trovanja metalima ili dijalizu kada se otrov može ukloniti iz krvi. Takva terapija primenjuje se kod potvrđenog trovanja ili osnovane sumnje na trovanje, prema jasno utvrđenim indikacijama, a ne kao povremeno „čišćenje" zdravog organizma.

U popularnoj upotrebi isti naziv obuhvata sasvim drugačije postupke i proizvode: gladovanje, sokove, biljne čajeve, laksative, klistiranje, ispiranje debelog creva, saunu, suplemente i različite preparate koji navodno vezuju toksine. Osnovni problem ovih programa jeste što se gotovo nikada ne navodi koji se toksin uklanja, u kom delu organizma se nalazi, kojom metodom je izmerena njegova početna koncentracija i koliko se ta koncentracija promenila nakon tretmana. Bez tih podataka tvrdnja o detoksikaciji ne može se proveriti, pa se poboljšanje raspoloženja, gubitak telesne mase ili češće pražnjenje creva pogrešno predstavljaju kao dokaz da su iz organizma uklonjene štetne materije.

232 *Apstinencijalni sindrom je skup telesnih i psihičkih simptoma koji se javljaju nakon prekida ili znatnog smanjenja uzimanja supstance na koju se organizam navikao.*

233 *Antidot je lek koji sprečava ili ublažava štetno dejstvo određenog otrova.*

234 *Helaciona terapija je primena lekova koji vezuju određene metale u organizmu i olakšavaju njihovo izlučivanje.*

Detoks dijete najčešće se zasnivaju na voću, povrću, ceđenim sokovima i privremenom izbacivanju većeg dela uobičajene hrane. Smanjenje unosa pržene i pohovane hrane, alkohola, dodatih šećera i soli može biti korisno osobi koja ih prekomerno unosi. Korist, međutim, potiče od poboljšanja sastava ishrane, a ne od nekog posebnog procesa pročišćavanja. Potpuno izbacivanje masti nije poželjno, jer su određene masne kiseline neophodne, dok višednevna ishrana zasnovana samo na sokovima obično sadrži malo proteina i esencijalnih masnih kiselina, a ceđenjem se gubi i znatan deo vlakana.

Pregled objavljen 2015. godine nije pronašao uverljive dokaze da detoks dijete ubrzavaju uklanjanje toksina ili omogućavaju trajnu kontrolu telesne mase. Pojedina istraživanja pokazala su kratkotrajno smanjenje telesne mase, krvnog pritiska ili insulinske rezistencije, ali su bila ograničena malim brojem učesnika, nedovoljnom kontrolom drugih činilaca i kratkim periodom praćenja. Početni gubitak kilograma uglavnom se može objasniti naglim smanjenjem energetskog unosa, trošenjem zaliha glikogena i gubitkom vode, a deo mase se vraća nakon povratka na uobičajenu ishranu. Dugoročni efekti komercijalnih detoks programa nisu pouzdano ispitani.

Ni sokovi nisu bezazleni. Nepasterizovani napici mogu sadržati patogene mikroorganizme, dok velike količine sokova od cvekle, spanaća i drugog povrća bogatog oksalatima[235] mogu biti nepovoljne za osobe sklone stvaranju bubrežnih kamenaca. Izrazito restriktivni programi mogu izazvati glavobolju, slabost, vrtoglavicu, pad koncentracije glukoze u krvi, dehidraciju i poremećaje ravnoteže elektrolita, naročito ako istovremeno uključuju laksative, diuretike ili velike količine vode i biljnih čajeva. Poseban oprez potreban je kod osoba sa dijabetesom ili bolestima bubrega i jetre, trudnica, starijih osoba i osoba koje uzimaju lekove.

Za detoksikaciju se često preporučuju bentonit i druge vrste gline. Njihova površina zaista može adsorbovati[236] pojedine jone i molekule i učestvovati u jonskoj izmeni, ali takvo vezivanje nije usmereno samo na olovo, živu ili druge štetne materije. U crevima glina dolazi u kontakt sa mineralima iz hrane, lekovima i drugim sastojcima crevnog sadržaja, pa može vezati i korisne materije ili smanjiti apsorpciju lekova.

235 *Oksalati su soli oksalne kiseline prisutne u različitim namirnicama. Vezivanjem sa kalcijumom mogu stvarati kristale koji čine najčešću vrstu bubrežnih kamenaca*

236 *Adsorpcija je vezivanje supstanci za površinu nekog materijala. Razlikuje se od apsorpcije, koja označava njihovo prodiranje u materijal ili, u organizmu, prelazak kroz tkivnu barijeru, na primer iz creva u krv.*

Postoji i očigledan paradoks: preparat koji se uzima radi uklanjanja metala može i sam biti njihov izvor. Nakon što su laboratorijske analize pokazale povišenu koncentraciju olova, Američka uprava za hranu i lekove (FDA) upozorila je potrošače da ne koriste jedan proizvod od bentonitne gline koji se reklamirao i za oralnu primenu. To ne znači da je svaka glina podjednako kontaminirana, ali pokazuje da prirodno mineralno poreklo nije potvrda čistoće i bezbednosti proizvoda.

U ljudskom telu jetra neprekidno razgrađuje lekove, proizvode metabolizma i strane supstance, pretvarajući mnoge od njih u oblike koji se mogu izlučiti žuči ili mokraćom. Bubrezi filtriraju krv, uklanjaju proizvode razgradnje proteina i višak vode, a istovremeno održavaju koncentracije natrijuma, kalijuma, kalcijuma i drugih minerala u uskim fiziološkim granicama. Pluća uklanjaju ugljen-dioksid i pojedine isparljive supstance. Deo proizvoda metabolizma izlučuje se žuči u creva, dok se nesvareni ostaci hrane izbacuju stolicom. Koža je zaštitna barijera i organ termoregulacije, a imunski sistem uklanja mikroorganizme i oštećene ćelije. Iako se organi često porede sa automobilskim filterima, takva analogija nije odgovarajuća: jetra i bubrezi nisu pasivni ulošci koji se povremeno zapuše, već živa tkiva koja neprekidno prerađuju i izlučuju različite supstance, obnavljaju svoje strukture i prilagođavaju rad potrebama organizma.

Takođe, u popularnoj literaturi često se tvrdi da se u crevima godinama nagomilavaju sluz, toksini, katranaste naslage ili neizlučeni ostaci hrane. Sluz zaista postoji u crevima, ali je normalan i neophodan deo njihove zaštitne barijere i sprečava neposredan kontakt mikroorganizama sa površinom epitela i stalno se obnavlja. Postojanje zaštitne sluzi zato ne predstavlja dokaz da su creva prljava, kao što ni njeno uklanjanje ne predstavlja zdravstveni cilj.

Za tvrdnje o trajnoj fekalnoj ploči ili sloju otrovnih naslaga koji zahteva periodično ispiranje nema nikakve anatomske ni kliničke osnove. Debelo crevo normalno pomera sadržaj, apsorbuje vodu i formira stolicu. Kolonoskopija omogućava neposredan pregled njegove unutrašnjosti, a uobičajeni nalaz ne odgovara slikama naslaga koje se koriste u reklamama za čišćenje creva.

Ispiranje debelog creva, često klistiranje i upotreba laksativa mogu izazvati grčeve, mučninu i dijareju, ali ti simptomi nisu znak da toksini napuštaju organizam. Dijareja može dovesti do dehidracije, gubitka elektrolita i smanjene apsorpcije lekova i hranljivih materija, dok postupci ispiranja nose i rizik od povrede ili infekcije. Komplikacije su verovatnije kod osoba sa bolestima creva, težim hemoroidima ili divertikulozom,[237] kao i kod onih koje su ranije imale operacije na crevima.

237 *Divertikuloza je prisustvo malih, kesastih izbočenja zida creva, najčešće debelog creva. Njihovo zapaljenje naziva se divertikulitis.*

U kozmetici reč "detoks" uglavnom nema jasno određeno fiziološko značenje. Gel za umivanje može ukloniti masnoće, ostatke šminke, čestice prašine i deo materija koje su se zadržale na površini kože, ali time ne izvlači toksine iz krvi, jetre ili masnog tkiva. Kada se detoksikacioni efekat svede na običan postupak pranja, tvrdnja zvuči dramatičnije nego što je opravdano.

Slično važi za takozvanu "reakciju čišćenja". Mučnina, proliv, glavobolja, slabost ili osip posle početka tretmana ne potvrđuju da se organizam oslobađa otrova. Mnogo neposrednija objašnjenja jesu gladovanje, dehidracija, laksativno dejstvo, intolerancija na neki sastojak, promena nivoa glukoze u krvi ili neželjeno dejstvo preparata.

Privlačnost ovih programa počiva na jednostavnom obećanju da se posledice dugogodišnjih navika mogu poništiti za nekoliko dana. Kratkotrajna promena ishrane koja podrazumeva više povrća, redovnije obroke i manje alkohola i industrijski prerađene hrane može poboljšati varenje i opšte stanje, ali time se ne briše prethodna šteta. Prestanak upotrebe cigareta, dovoljno sna, ograničavanje unosa alkohola, redovna fizička aktivnost i uravnotežena ishrana predstavljaju osnovu za smanjenje zdravstvenih rizika i oporavak organizma. To zahteva trajnu promenu navika, a ne povremeni ritual pročišćenja.

3.8. SUPLEMENTI U *WELLNESS* I SPA PRAKSI – KORISTI, OČEKIVANJA I RIZICI

Dodaci ishrani zauzimaju značajno mesto u savremenoj *wellness* industriji. Preparati namenjeni poboljšanju sna, povećanju energije i fizičke sposobnosti, kontroli telesne mase, očuvanju kognitivnih funkcija, jačanju otpornosti organizma ili usporavanju promena povezanih sa starenjem lako se uklapaju u programe koji već obuhvataju posebne režime ishrane, fizičku aktivnost, masaže, spa tretmane i druge postupke usmerene na unapređenje zdravlja. Njihova zastupljenost u *wellness* ponudi dodatno je podstaknuta činjenicom da se mogu koristiti bez medicinske procedure i da se mnogi preparati predstavljaju kao proizvodi prirodnog porekla.

Prema sastavu i vrsti dominantne **aktivne materije**, dodaci ishrani obuhvataju nekoliko veoma različitih grupa. Među njima su vitaminski i mineralni preparati, proteinski i aminokiselinski suplementi, preparati masnih kiselina, probiotici i proizvodi sa drugim supstancama koje imaju nutritivno ili fiziološko dejstvo, poput koenzima Q10. Posebno brojnu grupu čine biljni ili herbalni suplementi, koji mogu sadržati ekstrakte, ulja, prah ili druge preparate dobijene iz lekovitih i drugih biljaka. Ove kategorije nisu potpuno odvojene, jer jedan komercijalni proizvod često kombinuje više različitih sastojaka.

Prema propisima Evropske unije, dodaci ishrani predstavljaju proizvode namenjene dopunjavanju uobičajene ishrane koji sadrže koncentrovane izvore hranljivih materija ili drugih supstanci sa nutritivnim ili fiziološkim dejstvom i koriste se u odmerenim količinama, najčešće u obliku kapsula, tableta, praškova, kapi ili drugih doziranih preparata. Na tržištu se nalazi veoma širok spektar proizvoda koji sadrže vitamine i minerale, aminokiseline, masne kiseline, probiotike, različite biljne sastojke i brojne druge biološki aktivne supstance. Međutim, činjenica da je određeni proizvod legalno stavljen na tržište ne znači da je njegova efikasnost prethodno potvrđena kliničkim ispitivanjima kakva se zahtevaju prilikom odobravanja lekova. U Evropskoj uniji zdravstvene tvrdnje koje se koriste u označavanju i reklamiranju hrane podležu posebnim pravilima i moraju biti odobrene, dok se suplementima ne sme pripisivati sposobnost sprečavanja, lečenja ili izlečenja bolesti.

Ova razlika je posebno značajna u *wellness* praksi, gde se granica između održavanja zdravlja i lečenja bolesti u promotivnim porukama ponekad zamagljuje. Tvrdnja da određena hranljiva materija doprinosi normalnoj funkciji organizma nije isto što i dokaz da će povećavanje njenog unosa iznad fizioloških potreba dodatno poboljšavati tu funkciju. Isto tako, postojanje farmakološki aktivne supstance u biljci ne znači da svaki preparat napravljen od te biljke sadrži odgovarajuću dozu, niti da su koristi i rizici njegove dugotrajne primene dovoljno ispitani.

Kod **biljnih preparata** postoje dodatne teškoće. Njihov hemijski sastav može zavisiti od vrste i podvrste biljke, dela koji je korišćen, uslova uzgoja, vremena berbe, načina čuvanja i naročito postupka ekstrakcije. Dva proizvoda koja na deklaraciji nose naziv iste biljke zato ne moraju sadržati jednake količine istih biološki aktivnih jedinjenja. Prirodno poreklo pritom nije pokazatelj bezbednosti. Biljke stvaraju veliki broj jedinjenja sa izraženim biološkim dejstvom, pa se među njima nalaze i supstance koje mogu menjati dejstvo lekova, oštetiti pojedine organe ili ispoljiti toksičnost pri dovoljno velikoj dozi.

Primer za to je **kantarion** (*Hypericum perforatum*). Njegovi sastojci podstiču stvaranje pojedinih enzima sistema citohroma P450 i aktivnost P-glikoproteina,[238] zbog čega se pojedini lekovi brže metabolišu ili izbacuju iz ćelija, a njihove koncentracije u organizmu mogu opasti. Klinički značajne interakcije opisane su sa ciklosporinom, varfarinom, digoksinom, pojedinim antiretrovirusnim lekovima, benzodiazepinima i oralnim kontraceptivima. Istovremena primena kantariona i određenih antidepresiva može prekomerno povećati serotoninsku aktivnost.

238 *Citohrom P450 predstavlja grupu enzima, naročito prisutnih u jetri i crevima, koji učestvuju u hemijskoj preradi velikog broja lekova i drugih stranih supstanci. Povećavanje ili smanjivanje njihove aktivnosti može promeniti koncentraciju leka u organizmu. P-glikoprotein je transportni protein ćelijske membrane koji određene supstance izbacuje iz ćelija. U crevima može smanjiti njihovo preuzimanje u krv, dok u drugim organima učestvuje u njihovom izlučivanju i raspodeli.*

Ovakvi primeri objašnjavaju zbog čega podatak o korišćenju biljnih preparata treba da bude deo anamneze[239] jednako kao i podatak o korišćenju lekova.

Problem može nastati i kada stvarni sastav preparata **ne odgovara deklaraciji**. Američka uprava za hranu i lekove (FDA) identifikovala je tokom poslednjih godina više od hiljadu proizvoda koji su predstavljani kao dodaci ishrani ili slični proizvodi, a sadržali su skrivene lekove ili druge farmakološki aktivne supstance. Takvi nalazi posebno se odnose na preparate namenjene mršavljenju, povećanju seksualne sposobnosti, izgradnji mišićne mase, ublažavanju bolova i poboljšanju sna. Među nedeklarisanim sastojcima nalažene su aktivne supstance lekova, njihovi hemijski analozi, stimulansi i anabolički steroidi. Za korisnika je ovakav proizvod rizičniji od poznatog leka jer ne zna koju supstancu uzima, u kojoj dozi i da li ona može stupiti u interakciju sa lekovima koje već koristi.

Da upotreba dodataka ishrani može dovesti i do potrebe za hitnim medicinskim zbrinjavanjem pokazala je američka analiza podataka iz 63 urgentna centra. Na osnovu 3 667 registrovanih slučajeva iz perioda od 2004. do 2013. godine procenjeno je da su suplementi bili povezani sa približno 23 000 poseta urgentnim službama i oko 2 150 hospitalizacija godišnje. Kod mlađih odraslih osoba naročito su bili zastupljeni preparati za smanjenje telesne mase i povećanje energije, a među karakterističnim tegobama javljali su se ubrzan rad srca i bol u grudima. Ovi podaci odnose se na Sjedinjene Države i ne predstavljaju procenu globalne učestalosti neželjenih efekata, ali dobro pokazuju da oznaka „dodatak ishrani" ne podrazumeva zanemarljiv zdravstveni rizik.

Posebnu pažnju zahtevaju preparati tradicionalne medicine koji ulaze i u ponudu pojedinih *wellness* i spa centara. U istraživanju koje je obuhvatilo 193 **ajurvedska preparata**[240] kupljena putem interneta, olovo, živa ili arsen otkriveni su u 20,7% analiziranih proizvoda. Prisustvo metala nije u svim slučajevima bilo posledica slučajne kontaminacije. U tradicionalnoj grani ajurvedske medicine poznatoj kao *rasa shastra* pojedini metali i minerali namerno se uključuju u preparate, a u tom istraživanju takvi proizvodi sadržali su metale znatno češće od preparata koji nisu pripadali toj grupi. Ovaj primer je značajan za *wellness* turizam jer tradicionalna, lokalna ili vekovima korišćena terapija može predstavljati kulturno zanimljiv deo ponude destinacije, ali sama dužina njene primene nije potvrda bezbednosti.

239 *Anamneza je skup podataka o zdravstvenim tegobama, ranijim bolestima, navikama i korišćenju lekova i drugih preparata, koje zdravstveni radnik prikuplja razgovorom sa pacijentom.*

240 *Ajurveda je tradicionalni sistem medicine poreklom iz Indije, koji obuhvata način ishrane, biljne i mineralne preparate, masažu i druge postupke i danas je zastupljen i u ponudi zdravstvenog i wellness turizma.*

Još upečatljiviji primer predstavlja **aristolohoična kiselina**, prirodni sastojak biljaka roda *Aristolochia*. Ona ima izraženo nefrotoksično dejstvo, a Međunarodna agencija za istraživanje raka svrstava je među supstance kancerogene za ljude. Početkom devedesetih godina kod većeg broja žena u Belgiji razvilo se teško progresivno oštećenje bubrega nakon korišćenja biljnih preparata za mršavljenje koji su sadržali *Aristolochia* vrste, a kod dela obolelih kasnije su se pojavili tumori urotelijuma.[241] Istraživanja su aristolohoičnu kiselinu povezala i sa balkanskom endemskom nefropatijom, kod koje je dugotrajno izlaganje najverovatnije nastajalo nakon unosa hrane kontaminirane semenom biljke *Aristolochia clematitis*. U tkivu obolelih pronađeni su karakteristični produkti vezivanja aristolohoične kiseline za DNK, koji mogu opstati decenijama nakon prestanka izlaganja.

Neželjena dejstva biljnih i višekomponentnih preparata dobro su dokumentovana i kod **jetre**. U američkoj mreži DILIN,[242] koja sistematski proučava oštećenja jetre izazvana lekovima i suplementima, udeo slučajeva pripisanih biljnim i dijetetskim suplementima povećao se sa oko 7% na približno 20% registrovanih slučajeva oštećenja jetre povezanih sa lekovima ili suplementima tokom perioda od 2004. do 2013. godine, a noviji pregledi podataka potvrđuju da je ovaj procenat i poslednjih godina aktuelan. Taj podatak ne znači da suplementi uzrokuju petinu svih bolesti jetre, već da su činili približno petinu slučajeva oštećenja jetre izazvanih lekovima i suplementima u posmatranoj istraživačkoj mreži.

Dobar primer razlike između namirnice i koncentrisanog suplementa predstavlja **zeleni čaj**. Napitak pripremljen od listova biljke *Camellia sinensis* sadrži polifenolna jedinjenja među kojima su katehini, dok njihovi koncentrovani ekstrakti mogu obezbediti višestruko veće doze. Evropska agencija za bezbednost hrane zaključila je da uobičajen unos napitaka od zelenog čaja generalno ne predstavlja problem za jetru, dok je u kliničkim studijama unos epigalokatehingalata u dozama od 800 mg dnevno ili više putem suplemenata bio povezan sa porastom aktivnosti enzima jetre u krvi, što može ukazivati na oštećenje ovog organa. Za koncentrovane suplemente na osnovu raspoloživih podataka nije bilo moguće utvrditi dozu ispod koje bi se rizik mogao potpuno isključiti. To je naročito relevantno za preparate za mršavljenje i takozvane metaboličke ili detoks programe, u kojima se ekstrakt zelenog čaja može naći u znatno koncentrisanijem obliku nego u napitku.

241 *Urotelijum je sloj ćelija koji oblaže unutrašnjost bubrežne karlice, mokraćovoda i mokraćne bešike. Maligni tumori ovog tkiva nazivaju se urotelijalnim karcinomima.*

242 *DILIN, Drug-Induced Liver Injury Network, američka je istraživačka mreža specijalizovanih centara koja prospektivno prikuplja i stručno procenjuje slučajeve oštećenja jetre za koje se sumnja da su izazvani lekovima, biljnim proizvodima ili dodacima ishrani.*

VITAMINSKI I MINERALNI SUPLEMENTI – KADA VIŠE NIJE I BOLJE

Kod vitaminskih i mineralnih suplemenata postoji jedna specifična zabluda koja je manje izražena kod biljnih preparata. Pošto su vitamini i minerali neophodni za normalno funkcionisanje organizma, lako se stvara pretpostavka da njihov dodatni unos može samo da koristi. Međutim, fiziološka potreba za nekom supstancom ne podrazumeva da njen efekat raste sa dozom. Za veliki broj mikronutrijenata određena je i najviša podnošljiva količina dnevnog unosa, odnosno UL,[243] iznad koje sa povećanjem doze raste verovatnoća neželjenih posledica. Problem u praksi dodatno nastaje kada ista osoba istovremeno koristi multivitaminski preparat, pojedinačne vitamine ili minerale, proizvode namenjene imunitetu, sportskom oporavku ili boljem snu i obogaćenu hranu, a da pri tome ne sabira količine iste supstance iz različitih izvora.

Vitamin D predstavlja dobar primer zato što je poslednjih godina postao jedan od najčešće samoinicijativno korišćenih vitamina. Za zdrave odrasle osobe gornja podnošljiva granica dugotrajnog dnevnog unosa iznosi 4 000 IU, odnosno 100 µg,[244] dok medicinsko lečenje utvrđenog nedostatka može podrazumevati i veće doze pod nadzorom lekara. Toksičnost vitamina D nastaje pre svega zbog prekomerne apsorpcije kalcijuma i posledične hiperkalcemije, koja može dovesti do mučnine, slabosti, žeđi, učestalog mokrenja, nastanka kamena u bubregu, a u izrazito teškim slučajevima i do bubrežne insuficijencije, kalcifikacije mekih tkiva i poremećaja srčanog ritma.

Koliki problem može predstavljati visoka koncentracija vitamina u preparatu pokazuje slučaj suplementa Soladek, proizvedenog u Dominikanskoj Republici i dostupnog i u Njujorku. Devet pacijenata koji su ga koristili javilo se u medicinski centar Univerziteta Kolumbija sa izraženom hiperkalcemijom. Na deklaraciji je bilo navedeno da sarži 600 000 IU vitamina D u jednoj bočici od 5 mL, što je već bila izuzetno velika doza, dok je laboratorijska analiza utvrdila čak 864 000 IU vitamina D_3, zajedno sa 123 500 IU vitamina A. Većina pacijenata imala je i zdravstvena stanja koja su mogla dodatno povećati sklonost ka hiperkalcemiji, pa se ovaj slučaj ne može svesti na trovanje potpuno zdravih osoba. Ipak, dobro pokazuje opasnost nekontrolisane primene koncentrisanih preparata bez uvažavanja individualnih predispozicija.

243 *UL, od engl. Tolerable Upper Intake Level, označava gornju podnošljivu granicu unosa, odnosno najveći prosečan dnevni unos za koji se procenjuje da verovatno neće izazvati neželjena dejstva kod gotovo svih zdravih osoba. UL nije preporučena doza niti granica iznad koje će trovanje nužno nastati.*

244 *Internacionalna jedinica, IU, jedinica je kojom se kod pojedinih vitamina izražava biološka aktivnost. Za vitamin D 1 µg odgovara 40 IU.*

Poseban problem predstavlja i **vitamin A**, jer se njegov višak, za razliku od većine vitamina rastvorljivih u vodi, skladišti u organizmu, prvenstveno u jetri. Dugotrajno uzimanje velikih doza može dovesti do oštećenja jetre, promena kože, bolova u kostima i zglobovima i drugih manifestacija hipervitaminoze, dok su vrlo velike pojedinačne doze povezane sa neurološkim simptomima i povećanjem intrakranijalnog pritiska.[245] Posebno je važno da veliki unos retinola i njegovih estara tokom trudnoće može delovati teratogeno[246] i izazvati malformacije ploda. To se ne odnosi na beta-karoten na isti način, što je važna razlika kada se čita deklaracija multivitaminskog preparata.

Ni činjenica da je neki vitamin rastvorljiv u vodi ne znači da je praktično nemoguće dostići štetnu dozu. Primer za to predstavlja **vitamin B_6**, koji se nalazi u brojnim multivitaminskim preparatima i proizvodima namenjenim povećanju energije, podršci funkciji nervnog sistema i smanjenju umora. Dugotrajno uzimanje prevelikih količina piridoksina može izazvati senzornu perifernu neuropatiju,[247] koja se manifestuje trnjenjem, utrnulošću, poremećajem osećaja i, u težim slučajevima, nestabilnošću pri hodu. Nakon ponovne procene raspoloživih dokaza Evropska agencija za bezbednost hrane je 2023. godine upravo zbog rizika od periferne neuropatije snizila gornju podnošljivu granicu dnevnog unosa za odrasle na 12 mg. Ovaj podatak je značajan jer pojedini preparati vitamina B_6 sadrže nekoliko desetina, pa i 100 mg u dnevnoj dozi, što može višestruko premašiti evropski UL.

Visoke doze **vitamina E** predstavljaju drugačiju vrstu problema. Suplementacija velikim količinama alfa-tokoferola može uticati na koagulaciju i povećati sklonost ka krvarenju, a u pojedinim kliničkim studijama registrovano je i povećanje rizika od hemoragijskog moždanog udara.[248] Još upečatljiviji rezultat dobijen je u velikoj randomizovanoj studiji SELECT, u kojoj je više od 35 000 muškaraca dobijalo vitamin E, **selen**, oba suplementa ili placebo. Kod muškaraca koji su uzimali 400 IU vitamina E dnevno tokom daljeg praćenja utvrđen je približno 17% veći rizik od raka prostate nego u grupi koja je dobijala placebo. Ovaj nalaz pokazuje da dugotrajno uzimanje vitamina E u ispitivanoj dozi može povećati rizik od raka prostate i da povećavanje unosa antioksidansa iznad fizioloških potreba ne mora pružati dodatnu zaštitu.

245 *Intrakranijalni pritisak je pritisak unutar lobanje, u kojoj se nalaze mozak, krvni sudovi i moždano-moždinska tečnost.*
246 *Teratogeno dejstvo je sposobnost neke supstance da tokom prenatalnog razvoja izazove urođene razvojne anomalije.*
247 *Senzorna periferna neuropatija je oštećenje nerava koji prenose informacije o dodiru, bolu, temperaturi i položaju delova tela iz periferije organizma ka centralnom nervnom sistemu.*
248 *Hemoragijski moždani udar nastaje usled krvarenja u mozgu ili prostoru oko njega, najčešće nakon pucanja krvnog suda.*

Kod **mineralnih suplemenata** posledice prekomernog unosa mogu biti naročito izražene. Gvožđe je neophodno za stvaranje hemoglobina i funkcionisanje brojnih enzima, ali kod osobe bez utvrđenog nedostatka nema osnova za rutinsko povećavanje njegovih zaliha suplementima. Evropska agencija za bezbednost hrane nije mogla da utvrdi klasičan UL za gvožđe, već je 2024. godine za odrasle ustanovila bezbedan nivo ukupnog unosa od 40 mg dnevno. Ova vrednost ne odnosi se na terapijske doze koje se koriste za lečenje utvrđenog nedostatka gvožđa pod medicinskim nadzorom. Veće količine mogu izazvati mučninu, bol u stomaku, zatvor ili dijareju, dok akutno trovanje veoma velikom dozom može dovesti do ozbiljnog oštećenja gastrointestinalnog sistema, jetre i drugih organa. Preparati gvožđa zbog toga predstavljaju poseban rizik ukoliko ih slučajno progutaju mala deca. Dodatni oprez potreban je kod neprepoznate nasledne hemohromatoze,[249] kod koje je regulacija apsorpcije gvožđa poremećena, pa njegovo dodatno unošenje može ubrzati taloženje u jetri, srcu i drugim organima.

Cink je neophodan za normalno funkcionisanje imunskog sistema, ali povećavanje doze iznad fizioloških potreba ne dovodi do proporcionalnog jačanja imunskog odgovora. Evropski UL za odrasle iznosi 25 mg dnevno ukupnog unosa cinka. Dugotrajnije uzimanje znatno većih količina, na primer oko 50 mg dnevno ili više, može smanjiti apsorpciju bakra, a posledično izazvati njegov nedostatak, anemiju i, u težim i dugotrajnijim slučajevima, neurološke poremećaje. Visok unos cinka može takođe nepovoljno uticati na pojedine pokazatelje lipidnog metabolizma i funkciju imunskog sistema. Zbog toga preparat koji se mesecima uzima u visokim dozama sa namerom da „ojača imunitet" može dovesti do nutritivnog disbalansa i efekata suprotnih očekivanim.

Kod **magnezijuma** je važno razlikovati količinu koja se prirodno unosi hranom od magnezijuma koji se dodatno unosi suplementima i drugim proizvodima. Evropski UL iznosi 250 mg dnevno za dodatni magnezijum iz lako rastvorljivih soli i sličnih jedinjenja, pri čemu se magnezijum prirodno prisutan u namirnicama ne uračunava u ovu vrednost. Granica je prvenstveno ustanovljena na osnovu pojave osmotske dijareje[250] i drugih gastrointestinalnih tegoba pri većim dozama. Kod zdravih osoba bubrezi efikasno regulišu koncentraciju magnezijuma, ali veoma veliki unos može postati opasan, naročito kada je funkcija bubrega oslabljena. Tada se može razviti hipermagnezemija praćena padom krvnog pritiska, mišićnom slabošću, usporenim disanjem i poremećajima srčanog ritma.

249 *Hemohromatoza je poremećaj kod kojeg organizam apsorbuje previše gvožđa, koje se vremenom taloži u organima i može oštetiti njihovu funkciju.*

250 *Osmotska dijareja nastaje kada nedovoljno apsorbovane supstance zadržavaju vodu u crevima, zbog čega stolica postaje tečna i učestalija.*

Pri proceni ukupnog unosa treba imati u vidu da se magnezijum ne nalazi samo u suplementima, već i u pojedinim antacidima[251] i laksativima, koji mogu sadržati znatne količine ovog minerala.

U grupu minerala kod kojih se princip "više je bolje" posebno lako pretvara u problem mogu se svrstati i **selen** i **jod**. Selen se često nalazi u antioksidativnim i *antiaging* preparatima, ali hronično prevelik unos dovodi do selenoze, koja se najčešće ispoljava lomljivošću i gubitkom noktiju, opadanjem kose, metalnim ukusom u ustima, zadahom na beli luk i gastrointestinalnim i neurološkim tegobama. EFSA je 2023. godine, na osnovu nove procene rizika, odredila gornju granicu od 255 µg dnevno za odrasle, što je niže od ranije široko korišćene američke vrednosti od 400 µg. Jod je još ilustrativniji jer i nedostatak i višak mogu poremetiti funkciju štitaste žlezde. Prevelik unos, uključujući koncentrisane preparate algi i druge proizvode koji se nude za podršku štitastoj žlezdi, kod osetljivih osoba može izazvati i hipotireozu i hipertireozu.

Posebno treba razmotriti **multivitaminske** i **multimineralne preparate**, jer se često uzimaju godinama bez konkretno utvrđenog nedostatka. Velika analiza objavljena 2024. godine obuhvatila je 390 124 uglavnom zdrave odrasle osobe iz tri američke prospektivne kohorte, sa više od 20 godina praćenja. Svakodnevna upotreba multivitaminskih preparata nije bila povezana sa manjim rizikom od smrti usled bilo kog uzroka. U prvom delu praćenja svakodnevni korisnici imali su približno 4% viši rizik smrtnosti u odnosu na osobe koje ih nisu koristile, ali ova povezanost nije ostala statistički značajna u kasnijem periodu praćenja. Svakodnevno uzimanje multivitamina nije bilo povezano sa manjom smrtnošću, naprotiv, u prvom periodu praćenja kod korisnika je zabeležen približno 4% veći rizik od smrti. S druge strane, u studiji COSMOS kod starijih osoba zabeležena su mala, ali statistički značajna poboljšanja pojedinih pokazatelja kognitivne funkcije i pamćenja tokom dve do tri godine suplementacije. Ova dva naizgled različita nalaza nisu protivrečna. Izostanak koristi u pogledu smrtnosti ne isključuje mogućnost manjeg poboljšanja pojedinih kognitivnih funkcija kod starijih osoba.

Najveći problem samoinicijativne vitaminske i mineralne suplementacije nije samo mogućnost akutnog trovanja. Mnogo češće se radi o dugotrajnom unošenju količina koje višestruko premašuju potrebe organizma, kombinovanju više proizvoda koji sadrže iste sastojke, zanemarivanju interakcija sa lekovima i pokušaju da se suplementima nadoknade posledice nepravilne ili jednolične ishrane. Česta je i pretpostavka da će supstanca koja je neophodna za normalno funkcionisanje organizma pružiti još veći zdravstveni efekat ako se uzima u većoj količini, a iz takvog pojednostavljenog zaključivanja nastaje veliki deo neutemeljenih obećanja koja prate tržište dodataka ishrani.

251 *Antacidi su lekovi koji neutrališu želudačnu kiselinu i koriste se za ublažavanje gorušice i sličnih tegoba.*

KAKO PREPOZNATI NEUTEMELJENE ZDRAVSTVENE TVRDNJE?

„There's a lot of money to be made. People want to believe there's something that can cure them."

Bob Gatling, FDA

Tržište *wellness* proizvoda i usluga posebno je pogodno za tvrdnje koje se nalaze na granici između opšteg obećanja boljeg raspoloženja i nedokazane tvrdnje o zdravstvenom efektu. Izrazi poput „detoksikacije", „podizanja energije", „jačanja imuniteta", „uspostavljanja hormonskog balansa" ili „regeneracije organizma" dovoljno su privlačni da imaju marketinšku vrednost, a istovremeno su često dovoljno neodređeni da nije jasno šta bi trebalo meriti kako bi se pokazalo da je efekat zaista nastao. Naučno utemeljena zdravstvena tvrdnja mora, međutim, da bude dovoljno precizna da se može proveriti. Potrebno je znati koja fiziološka funkcija se menja, kojim mehanizmom, u kojoj meri, tokom kog vremena i na osnovu kojih istraživanja.

1. ***Jedan preparat ili tretman utiče na veliki broj međusobno nepovezanih problema***

   Poseban oprez opravdan je kada se jednom proizvodu ili *wellness* postupku pripisuju efekti na imunitet, hormone, varenje, telesnu masu, krvni pritisak, san, raspoloženje, cirkulaciju i seksualnu funkciju, a zatim se spisku dodaju još artritis, dijabetes ili maligne bolesti. Različita oboljenja imaju različite uzroke i mehanizme nastanka, pa mogućnost da jedna intervencija istovremeno ostvaruje klinički značajne efekte na veliki broj nepovezanih sistema zahtevala bi izuzetno snažne dokaze. FDA upravo tvrdnju da jedan proizvod „radi sve" navodi kao jedan od karakterističnih znakova moguće prevare.

   U *wellness* ponudi takva tvrdnja može imati manje očigledan oblik. Umesto neposrednog obećanja izlečenja navodi se, na primer, da određeni tretman „podstiče cirkulaciju, ubrzava metabolizam, jača imunitet, normalizuje hormone, uklanja toksine i regeneriše organizam".

2. ***Koriste se pojmovi koji zvuče medicinski, ali se ne mogu jasno definisati ni izmeriti***

   Formulacije poput „vraća ćelijsku energiju", „harmonizuje organizam", „uspostavlja imunološki balans", „podiže vibracionu frekvenciju", „aktivira prirodne regenerativne potencijale", „resetuje metabolizam" ili „otvara puteve detoksikacije" mogu zvučati stručno, iako ne određuju šta se u organizmu stvarno menja. Još izrazitiji primer predstavljaju izrazi kao što

su „kvantna energija", „bioinformacioni kodovi", „energetski meridijani" ili „biorezonantno usklađivanje ćelija" kada se koriste bez fizički definisanog fenomena, merljive veličine i dokazanog biološkog mehanizma.

Savremena nauka takođe koristi veoma složene pojmove, ali oni imaju precizno značenje i mogu se povezati sa merenjem. Ako se tvrdi da tretman smanjuje koncentraciju neke supstance, poboljšava glikemiju ili snižava krvni pritisak, postoje jasno definisani ishodi, ali tvrdnja da neki preparat „povećava vitalnu energiju" takvu proveru ne omogućava.

3. ***„Detoksikacija" se obećava bez navođenja toksina koji se uklanja***

Reč detoks verovatno je jedan od najuspešnijih marketinških termina savremene *wellness* industrije jer se njome mogu opisivati posebne dijete, sokovi, suplementi, saune, kolon-hidroterapija, obloge, kupke i različiti spa postupci. U medicini, međutim, detoksikacija ima sasvim određeno značenje kada je organizam izložen konkretnoj toksičnoj supstanci. Tvrdnja da neki postupak „izbacuje toksine" ima smisla tek kada se navede koja se supstanca uklanja, kako je njeno prisustvo utvrđeno, kojim putem se eliminiše i da li je njena koncentracija nakon tretmana zaista smanjena. Za komercijalne detoks programe kao grupu nema ubedljivih dokaza da uklanjaju neodređene toksine iz tela, dok neke metode, poput kolon-hidroterapije, mogu imati i ozbiljna neželjena dejstva.

Izuzetno ilustrativan *wellness* primer predstavljaju jonske kupke za stopala. Promena boje vode tokom tretmana često se prikazuje korisniku kao vidljiv dokaz da su kroz kožu iz organizma izašli toksini. U kontrolisanom eksperimentu uređaj je, međutim, stvarao veoma slične promene u vodi i kada u njoj uopšte nije bilo stopala jer materije koje se pojavljuju u vodi potiču od samog sklopa uređaja.

4. ***Lično iskustvo prikazuje se kao dokaz efikasnosti***

Izjave poput „posle tri tretmana ponovo imam energiju", „godinama nisam mogla da smršam, a ovaj program mi je promenio metabolizam" ili „nakon infuzije osećala sam se kao nova" mogu biti potpuno iskren opis iskustva korisnika, ali ne pokazuju šta je do poboljšanja dovelo. Istovremeno mogu da se promene ishrana, san, fizička aktivnost, očekivanja, hidratacija i terapija, dok se intenzitet simptoma može menjati i prirodnim tokom. Kod stanja koja osciluju, tretman se često započinje upravo kada su tegobe najizraženije, pa se deo naknadnog poboljšanja može pojaviti i bez intervencije.

Zbog toga se lično svedočanstvo u hijerarhiji medicinskih dokaza nalazi veoma nisko. Čak ni veliki broj pozitivnih iskustava korisnika ne može zameniti odgovarajuće kontrolisano kliničko ispitivanje.

5. ***Obećavaju se neobično brzi i veliki rezultati***

„Sedam kilograma za sedam dana“,„reset metabolizma za 48 sati“,„potpuno čišćenje organizma za tri dana“,„trenutno jačanje imuniteta“ ili„uklanjanje hroničnog umora jednom infuzijom“ predstavljaju formulacije koje koriste privlačnost brzog rešenja za probleme čiji su uzroci obično složeni. Nagla promena telesne mase tokom veoma restriktivnih programa, na primer, ne mora prvenstveno predstavljati gubitak masnog tkiva, već može biti posledica trošenja zaliha glikogena, smanjenja količine crevnog sadržaja i gubitka vode.

Sličan obrazac pojavljuje se i kod intravenskih vitaminskih infuzija koje se nude u *wellness* i „IV bar“ centrima pod nazivima koji sugerišu podizanje imuniteta, energije, koncentracije ili detoksikaciju. Intravenska primena vitamina i elektrolita ima jasne medicinske indikacije, ali sama činjenica da supstanca ulazi direktno u krvotok ne dokazuje dodatnu korist kod zdrave, dobro uhranjene osobe. Američka Federalna komisija za trgovinu je intervenisala protiv *wellness* i medicinskih centara koji su intravenske vitaminske preparate reklamirali tvrdnjama o prevenciji ili lečenju bolesti bez odgovarajućih dokaza.

6. ***„Prirodno“, „drevno“ i „tradicionalno“ koriste se kao zamena za dokaz***

Duga istorija neke prakse može biti veoma značajna za kulturni identitet destinacije i razvoj spa turizma, ali trajanje tradicije nije eksperimentalna potvrda efikasnosti. Isto važi za prirodno poreklo. Biljka može sadržati korisne, farmakološki aktivne i izrazito otrovne materije, a ponekad sve tri kategorije jedinjenja istovremeno.

Formulacije poput„koristi se hiljadama godina“,„tajna drevnih iscelitelja“, „recept sa Himalaja“,„poznat još Aviceni“ ili„potpuno prirodan preparat“ zato govore o poreklu i istoriji proizvoda, ali ne odgovaraju na pitanje da li je konkretna formulacija u konkretnoj dozi ispitana kod ljudi.

7. ***Naučno istraživanje postoji, ali ne dokazuje ono što reklama tvrdi***

Ovo je danas verovatno jedan od sofisticiranijih oblika obmanjujuće promocije. Reklama može sasvim tačno navesti da postoje naučna istraživanja određenog sastojka, ali izostaviti podatak da su ona sprovedena na ćelijama ili životinjama. Čak i kada je sastojak klinički ispitan, pažljivije čitanje može pokazati da je korišćena druga doza ili formulacija, da je ispitivan izolovani sastojak, da je istraživanje trajalo svega nekoliko dana ili da je merena laboratorijska promena bez dokaza o stvarnoj zdravstvenoj koristi.

Ako je, na primer, određeni biljni polifenol u ćelijskoj kulturi smanjio stvaranje nekog zapaljenskog molekula, iz toga se ne može zaključiti da napitak koji ga sadrži leči hronično zapaljenje.

8. ***Umesto kliničkog ishoda nudi se kvazidokaz koji sam tretman proizvodi***

Jonska kupka i promena boje vode predstavljaju gotovo idealan primer, ali isti princip može da se pojavi u različitim oblicima. Korisniku se kao dokaz mogu pokazivati boja flastera nakon „detoksikacije", količina znoja posle saune, promena na nevalidiranom „bioenergetskom skeneru" ili grafikon koji prikazuje nejasno definisane „energetske disbalanse" pre i posle tretmana. Takav nalaz ima dokaznu vrednost samo ako je metoda merenja validirana[252] i ako je pokazano da promena odgovara stvarnoj fiziološkoj promeni koja se u reklami navodi.

Kod takozvanih detoks flastera za stopala, na primer, tamnjenje flastera nakon nošenja predstavlja se kao znak izvlačenja štetnih materija, iako dokazi da se na taj način toksini uklanjaju iz organizma ne postoje.

9. ***Autoritet se gradi titulama, belim mantilima i izrazima „klinički testirano", ali se izvor ne može proveriti***

Izjave „preporučuju lekari", „razvijeno u medicinskom institutu", „laboratorijski potvrđeno", „klinički testirano" ili „zasnovano na otkriću istraživača koji je dobio Nobelovu nagradu" ostavljaju utisak naučnog autoriteta, ali njihova uverljivost zavisi od dostupnosti i kvaliteta dokaza na koje se pozivaju. Ime autora istraživanja, časopis, način ispitivanja, broj ispitanika i stvarno dobijeni rezultati trebalo bi da se mogu pronaći.

Posebno je važna razlika između izraza „testirano" i „dokazano". Preparat može biti testiran, a da ispitivanje pokaže da nema efekta. Takođe, može biti ispitan samo u pogledu sastava ili bezbednosti, a da reklama formulacijom „klinički testiran" stvara utisak dokazane delotvornosti.

10. ***Nedostatak dokaza objašnjava se zaverom***

Tvrdnja da „farmaceutska industrija ne želi da se sazna", da se terapija „namerno krije od javnosti" ili da je proizvod „isuviše jeftin da bi medicina bila zainteresovana za njega" unapred objašnjava zašto nema ozbiljnih kliničkih dokaza. Time se odsustvo dokaza pretvara u navodni dokaz delotvornosti.

Ovakvo rezonovanje je zatvoreno za proveru. Ako istraživanje pokaže efekat, predstavlja se kao potvrda, a ako efekat izostane, rezultat se tumači kao posledica interesa moćnih grupa.

252 *Validirana metoda je metoda za koju je odgovarajućim ispitivanjem potvrđeno da pouzdano meri ono za šta je namenjena.*

11. ***Ekskluzivnost proizvoda koristi se kao argument za njegovu vrednost***

„Tajna formula", „dostupno samo u odabranim klinikama", „preparat koji koriste poznate ličnosti", „program rezervisan za elitne spa centre" ili „metoda koju poznaje svega nekoliko terapeuta na svetu" mogu povećati privlačnost proizvoda, ali ne povećavaju verovatnoću da on deluje. Naprotiv, terapija koja ostvaruje veliki i ponovljiv medicinski efekat obično vremenom proizvodi upravo suprotan rezultat i postaje predmet nezavisnih istraživanja, stručnih smernica i primene koja nije ograničena na jednu komercijalnu mrežu.

Pri proceni *wellness* proizvoda ili tretmana najkorisnije je zato postaviti četiri jednostavna pitanja. Šta se tačno tvrdi da se u organizmu menja? Kako je ta promena izmerena? Da li je isti postupak ispitan kod ljudi? Da li korist potvrđuju istraživači koji nisu povezani sa prodajom proizvoda ili tretmana?

IV Deo





ZDRAVSTVENI RIZICI PUTOVANJA I BORAVKA NA DESTINACIJI

4. ZDRAVSTVENI RIZICI PUTOVANJA I BORAVKA NA DESTINACIJI

4.1. INFEKCIJE NA BAZENIMA

Infekcije povezane sa bazenima nastaju kada se u vodi, na površinama oko bazena ili u aerosolu stvore uslovi za opstanak i prenos mikroorganizama. Najčešći put prenosa je **fekalno-oralni**, odnosno dospevanje potencijalnog uzročnika infekcije u vodu putem fecesa i njegov kasniji ulazak u organizam preko usta, najčešće gutanjem manje količine kontaminirane vode tokom kupanja. Zbog toga su gastrointestinalne tegobe najčešća klinička manifestacija infekcija povezanih sa bazenima. Ipak, spektar mogućih oboljenja je širi, pa su u literaturi opisane i respiratorne infekcije, zapaljenje pluća, meningitis, hepatitis, zapaljenje srčanog mišića i druge, ređe, ali klinički značajne komplikacije.

Širenje infekcija u bazenskoj vodi zavisi od više povezanih faktora. Prvi je **sposobnost mikroorganizma da preživi** izvan domaćina. Neki uzročnici su veoma neotporni u spoljašnjoj sredini, tako na primer, HIV je izrazito osetljiv i ne opstaje u uslovima bazenske vode, zbog čega se ne smatra realnim rizikom u ovom kontekstu. Nasuprot tome, pojedini virusi, bakterije i paraziti mogu znatno duže opstajati u vodi, biofilmu, na vlažnim površinama ili u sistemima za ventilaciju i klimatizaciju sa slabijom cirkulacijom.

Drugi važan faktor širenja infekcije je **infektivna doza**, odnosno broj mikroorganizama potreban da bi nastala infekcija. Kod nekih uzročnika potrebna je relativno velika količina, dok se kod drugih bolest može razviti nakon unosa malog broja infektivnih jedinica. Mikroorganizmi sa niskom infektivnom dozom, približno 10-200 ćelija ili infektivnih jedinica, posebno su značajni u uslovima loše obrade i neadekvatnog nadzora bazenske vode, jer i kratkotrajna kontaminacija može biti dovoljna za epidemiju.

Na **rizik** dodatno utiču broj kupača, higijenske navike korisnika, temperatura vode, efikasnost filtracije, koncentracija rezidualnog dezinfekcionog sredstva,[253] pH, protok, prisustvo biofilma i redovnost održavanja. Zato se mikrobiološka bezbednost bazena ne može procenjivati samo po izgledu vode. Bistra voda nije nužno mikrobiološki bezbedna, kao što povremeno prisustvo mikroorganizama ne mora uvek značiti epidemijski rizik. Za preciznu procenu rizika važno je razmotriti vrstu i koncentraciju uzročnika, uslove u vodi, režim dezinfekcije i osetljivost korisnika.

253 *Rezidualno dezinfekciono sredstvo je količina dezinfekcionog sredstva koja nakon dodavanja i reakcija sa materijama u vodi ostaje prisutna u vodi. Za zaštitu kupača posebno je važan njegov aktivni deo.*

Pregled literature objavljen 2026. godine ukazuje na to da se među najvažnijim uzročnicima infekcija na bazenima izdvajaju *Cryptosporidium* i *Legionella*. *Cryptosporidium* je posebno značajan kao uzročnik **gastrointestinalnih infekcija**, jer se prenosi fekalno-oralnim putem i otporan je na uobičajene koncentracije hlora koje se koriste u bazenima. Sa druge strane, *Legionella* se ne prenosi prvenstveno gutanjem vode, već udisanjem aerosola, zbog čega su posebno rizični topli bazeni, đakuzi kade, spa sistemi, tuševi i drugi uređaji koji stvaraju sitne vodene kapljice.

Stvaran broj infekcija povezanih sa bazenima verovatno je veći od broja koji se registruje u zvaničnoj statistici. Prvo, mnoge infekcije imaju **inkubacioni period** od nekoliko dana do više nedelja, pa oboleli često ne povežu tegobe sa prethodnim boravkom na bazenu, u hotelu, spa-centru ili banjskom objektu. Drugo, **klinička slika** nije uvek očigledno vezana za bazen, pa će i lekar i pacijent lakše posumnjati na hranu ili kontakt sa obolelom osobom nego na vodu kao izvor infekcije. Treće, kada se razvije ozbiljno oboljenje, kao što je pneumonija, meningitis, hepatitis ili miokarditis, **pažnja se prirodno usmerava na lečenje**, dok epidemiološko utvrđivanje mesta i načina prenosa često ostaje u drugom planu.

Dodatni problem je razlike među zemljama u otkrivanju i evidentiranju infekcija. Veći broj prijavljenih epidemija u razvijenim zemljama ne mora značiti da se infekcije tamo češće javljaju, već da se bazeni intenzivnije koriste, da postoje bolji sistemi nadzora i da se epidemije češće prijavljuju i istražuju. U sredinama sa slabijom infrastrukturom, ograničenim laboratorijskim kapacitetima i nedovoljno razvijenim epidemiološkim nadzorom, isti događaji mogu ostati neprepoznati. Pored toga, osobe koje su dugo izložene određenim mikroorganizmima u lošijim higijenskim uslovima mogu razviti delimičnu imunsku adaptaciju, pa se kod njih unos mikroorganizama ne mora uvek ispoljiti kao klinička infekcija, dok kod turista ili osetljivih osoba isti kontakt može dovesti do bolesti.

Posebnu pažnju zaslužuje i česta zabluda da se preko bazenske vode lako prenose **polno prenosive infekcije**. U javnosti se najčešće pominju strahovi od infekcija izazvanih uzročnicima *Trichomonas vaginalis* i *Chlamydia trachomatis*. Međutim, većina istraživanja ne podržava stav da su bazeni realan put prenosa ovih infekcija u uobičajenim uslovima korišćenja. Njihovi uzročnici su prilagođeni sluzokoži čoveka i ne opstaju lako u hlorisanoj i za njih nepovoljnoj spoljašnjoj sredini kakva je bazenska voda.

Dodatnu konfuziju stvara činjenica da ove infekcije mogu imati dug ili nejasno određen inkubacioni period, a često protiču asimptomatski. Zbog toga se vreme i način prenosa ne mogu uvek pouzdano rekonstruisati, naročito ako osoba simptome primeti mnogo kasnije. Ipak, epidemiološki i mikrobiološki gledano, bazenska voda nije tipičan niti verovatan put prenosa hlamidijske infekcije ili trihomonijaze.

UZROČNICI INFEKCIJA POVEZANIH SA BAZENIMA I NAČINI PRENOSA

Infekcije povezane sa bazenima ne izaziva jedna homogena grupa mikroorganizama, već različiti biološki agensi koji se razlikuju po građi, otpornosti u spoljašnjoj sredini, infektivnoj dozi, načinu prenosa i kliničkim posledicama. Zbog toga je važno uzročnike razmatrati po grupama, kao parazite, bakterije, viruse i gljivice. Neki od njih prenose se gutanjem kontaminirane vode, drugi prodiru kroz kožu, treći se prenose udisanjem aerosola, dok se pojedini prenose kontaktom sa vlažnim površinama oko bazena.

Paraziti

Među protozoama posebno se izdvajaju vrste roda *Cryptosporidium* kao jedan od najvažnijih uzročnika **gastrointestinalnih infekcija** povezanih sa bazenima. Oociste[254] ovog parazita dospevaju u vodu putem fecesa i izrazito su otporne na koncentracije hlora koje se uobičajeno koriste za dezinfekciju bazenske vode, zbog čega mogu opstati u vodi dovoljno dugo da izazovu širenje infekcije. Dodatni epidemiološki problem predstavlja činjenica da se oociste *Cryptosporidium* spp. mogu izlučivati i do dve nedelje nakon prestanka simptoma. To znači da osoba koja se subjektivno oporavila od gastrointestinalne infekcije i dalje može kontaminirati bazensku vodu ukoliko se prerano vrati kupanju.

Od parazita treba posebno izdvojiti i trematode[255] roda *Schistosoma*, uzročnike **šistosomijaze**, bolesti povezane sa boravkom u kontaminiranoj slatkoj vodi. Za razliku od infekcija koje nastaju gutanjem kontaminirane vode, kod šistosomijaze infektivne larve parazita, cerkarije, aktivno prodiru kroz kožu tokom kontakta sa vodom. Životni ciklus parazita zavisi od prisustva odgovarajućih vodenih puževa, koji služe kao prelazni domaćini, zbog čega rizik postoji u endemskim slatkovodnim područjima čak i kada voda naizgled deluje čisto. Klinička slika može uključivati svrab i osip na mestu prodora larvi, a kasnije povišenu temperaturu, malaksalost, bolove u mišićima, kašalj, bol u stomaku, dijareju i eozinofiliju.[256] Akutni sistemski oblik bolesti naziva se *Katayama* sindrom i predstavlja imunsku reakciju organizma na migraciju i sazrevanje parazita. Ukoliko se infekcija ne prepozna i ne leči, hronična šistosomijaza može dovesti do oštećenja creva, jetre, urinarnog trakta ili drugih organa.

254 *Oocista je razvojni oblik pojedinih protozoa, obavijen zaštitnim omotačem, koji omogućava opstanak izvan domaćina i prenos infekcije.*

255 *Trematode su parazitski pljosnati crvi, poznati i kao metilji.*

256 *Eozinofilija je povećan broj eozinofila, vrste belih krvnih zrnaca, koji se može javiti kod parazitskih infekcija, alergijskih reakcija i drugih stanja.*

Značaj šistosomijaze za putnike dobro ilustruju izveštaji iz oblasti Dogon u Maliju. Nakon kupanja u prirodnim slatkovodnim bazenima, infekcija je potvrđena kod osam od 13 belgijskih putnika, pri čemu je sedam od osam inficiranih razvilo *Katayama* sindrom. U drugom izveštaju iz iste oblasti, među holandskim turistima inficirano je 28 od 29 izloženih osoba, odnosno 97%, dok je *Katayama* groznica registrovana kod 15 od 28 obolelih. Ovi primeri pokazuju da prirodna voda u endemskom području[257] može predstavljati visok rizik čak i kada nije vidljivo zagađena, ukoliko u tom ekosistemu postoje uslovi za kompletan životni ciklus parazita.

Bakterijski patogeni i rizici od prenosa putem aerosola

Za razliku od *Cryptosporidium* spp., čiji je prenos u bazenskoj vodi prvenstveno povezan sa gutanjem kontaminirane vode, *Legionella* spp. se prenosi **udisanjem aerosola**, odnosno sitnih kapljica vode koje dospevaju u vazduh. *Legionella* se naročito razmnožava u toploj vodi, u sistemima sa slabom cirkulacijom, zastojem vode, nedovoljnom dezinfekcijom i prisustvom biofilma. Biofilm je tanki sloj mikroorganizama i organskih materija koji se formira na unutrašnjim površinama cevi, tuševa, mlaznica, filtera, rezervoara i drugih delova vodovodnog sistema. U takvom mikrookruženju bakterija je zaštićenija od dezinfekcionih sredstava i može opstajati duže nego u slobodnoj vodi.

Zbog ovog načina prenosa, poseban rizik ne predstavljaju samo bazeni, već pre svega đakuzi kade, spa bazeni, tuševi, fontane, sistemi za hidroterapiju, ovlaživači vazduha, ventilacioni i klima-sistemi u kojima se stvaraju i raspršuju vodene kapljice. U jednom naučnom pregledu, od sedam epidemija izazvanih *Legionella* spp., čak pet je bilo povezano sa kupanjem u đakuzi kadama. Razlog je u tome što đakuzi sistemi objedinjuju nekoliko uslova koji pogoduju ovoj bakteriji, a to su povišena temperatura vode, veliko opterećenje organskim materijama od kupača, složena mreža cevi i mlaznica, površine pogodne za biofilm i intenzivno stvaranje aerosola.

Rod *Legionella* obuhvata veliki broj vrsta, ali se za obolevanje ljudi najčešće vezuje *Legionella pneumophila*. Ona izaziva **legionelozu**, koja se može javiti kao blaži oblik bolesti, poznat kao Pontiac groznica, ili kao legionarska bolest, odnosno teška pneumonija. *Pontiac* groznica obično liči na grip, sa povišenom temperaturom, malaksalošću, glavoboljom i bolovima u mišićima, ali bez upale pluća. Legionarska bolest je znatno ozbiljnija i najčešće počinje temperaturom, kašljem, malaksalošću, bolovima u mišićima i glavoboljom, a zatim se razvija pneumonija, često praćena otežanim disanjem, bolom u grudima, konfuzijom, gastrointestinalnim tegobama ili pogoršanjem opšteg stanja.

257 *Endemsko područje je područje u kojem se određena infekcija trajno održava i redovno javlja.*

Infekcija ne nastaje kod svakoga ko je izložen bakteriji, pa mnoge zdrave odrasle osobe neće oboleti. Smrtni ishod nastupa kod približno 10% obolelih od legionarske bolesti, dok se u evropskim podacima navodi raspon od približno 5-15%, u zavisnosti od starosti, pridruženih bolesti i pravovremenosti terapije. Rizik je znatno veći kod starijih osoba, pušača, pacijenata sa hroničnim plućnim bolestima i osoba sa oslabljenim imunitetom.

Naziv „legionarska bolest" potiče od velike epidemije koja se dogodila 1976. godine u Filadelfiji, tokom konvencije Američke legije održane u hotelu *Bellevue-Stratford*. Među učesnicima skupa, mahom ratnim veteranima, izbila je epidemija teške upale pluća, a deo obolelih je preminuo. Naknadno je utvrđeno da je uzrok bila tada nepoznata bakterija, kasnije nazvana *Legionella pneumophila*. Kao mogući izvor zaraze razmatran je klimatizacioni sistem hotela.

Ovaj događaj je promenio način na koji se pristupa održavanju i čišćenju tuševa, slavina, mlaznica, đakuzi sistema, vodeni sistemi, uključujući rashladne tornjeve pojedinih centralnih klimatizacionih postrojenja, u kojima nastaje aerosol u hotelima, spa-centrima i banjskim objektima, posebno zato što se rizik često vezuje za sadržaje koji se gostima nude kao luksuzni, relaksacioni ili terapijski. Sistemi u kojima voda miruje ili se sporo kreće moraju se posebno nadzirati, jer zastoj vode, kamenac, sediment i biofilm stvaraju uslove za razmnožavanje bakterije.

Legioneloza često može ostati neprepoznata kao infekcija povezana sa putovanjem, hotelom ili spa-centrom. Simptomi se mogu javiti nekoliko dana nakon izlaganja, a pneumonija se često leči antibioticima bez mikrobiološke potvrde uzročnika. Zbog toga pojedinačni slučajevi mogu ostati neprijavljeni ili se ne dovesti u vezu sa mestom boravka, što dodatno otežava epidemiološko praćenje.

Ostali bakterijski uzročnici i zoonoze

Pored *Legionella* spp., u bazenskoj vodi značaj imaju i drugi bakterijski pokazatelji i uzročnici, među kojima se izdvajaju *Escherichia coli*, enterokoke, *Pseudomonas aeruginosa, Mycobacterium marinum, Staphylococcus aureus* i *Leptospira* spp. Njihov značaj nije isti, neki ukazuju na fekalnu kontaminaciju, neki na probleme biofilma i održavanja, neki izazivaju infekcije kože i sluzokože, dok su neki povezani sa životinjama i kontaminacijom prirodnih kupališta.

Prisustvo bakterije *Escherichia coli* i enterokoka u bazenskoj vodi ukazuje na **fekalnu kontaminaciju** i mogućnost prisustva drugih patogena fekalnog porekla. Infekcije izazvane patogenim sojevima *E. coli* najčešće se ispoljavaju kao dijareja, koja kod zdravih odraslih osoba obično traje oko sedam dana.

Međutim, posledice mogu biti znatno ozbiljnije kod osetljivih grupa, naročito kod dece i starijih osoba, koje lakše obolevaju i kod kojih bolest može trajati duže. U tom smislu, poseban javnozdravstveni značaj imaju enterohemoragijski sojevi *E. coli*,[258] koji mogu dovesti do tzv. **hemolitičko-uremijskog sindroma**. To je teško oboljenje koje se češće javlja kod male dece, a karakterišu ga raspadanje crvenih krvnih zrnaca, smanjenje broja trombocita i akutno slabljenje rada bubrega. U tekstovima koji se bave kvalitetom bazenske vode navodi se da se ozbiljne komplikacije, uključujući bubrežno oštećenje, mogu javiti u približno 2-8% slučajeva.

Pseudomonas aeruginosa je oportunistički patogen[259] koji dobro opstaje u vlažnim sredinama, biofilmu, cevima, filterima, tuševima, prelivnim kanalima i toplim vodenim sistemima. U bazenskom okruženju može izazvati **zapaljenje spoljašnjeg uha, folikulitis**[260] i **kožne infekcije**. Poseban oblik zapaljenja je takozvani *hot foot* sindrom, bolno zapaljenje kože tabana, koje se povezuje sa izloženošću kontaminiranim bazenskim površinama, naročito kada su podloge hrapave ili abrazivne. Takve površine mogu izazvati sitna oštećenja kože, i time doprineti ulasku bakterije. U izuzetnim slučajevima *P. aeruginosa* može izazvati infekcije rana, oštećenja rožnjače, kao i infekcije respiratornog ili urinarnog sistema, naročito kod osoba sa narušenim imunitetom ili drugim faktorima rizika.

Staphylococcus aureus je često povezan sa **kožom i sluzokožom** kupača, pa njegov nalaz u vodi može ukazivati na neposredan unos mikroorganizama od korisnika i mogućnost prenosa između ljudi u istom bazenu. Budući da deo zdravih odraslih osoba stalno ili povremeno nosi ovu bakteriju na koži i sluzokožama, njen nalaz ne mora uvek značiti fekalno zagađenje niti neispravnost sistema za dezinfekciju, već je važan pokazatelj opterećenja bazena kupačima, naročito u toplim, malim i intenzivno korišćenim bazenima.

Mycobacterium marinum je još jedan patogen povezan sa vodenim okruženjem. Infekcija se najčešće ispoljava promenama na koži u vidu čvorića ili ulceracija,[261] posebno na mestima sitnih povreda, najčešće na šakama, laktovima ili kolenima. Zbog povezanosti sa bazenima, *M. marinum* se često opisuje kao **„patogen slobodnog vremena"** (*leisure-time pathogen*). Bolest se obično razvija sporo i može ostati neprepoznata ako se pri pregledu ne sazna za prethodni kontakt sa vodom.

258 *Enterohemoragijski sojevi su sojevi bakterije Escherichia coli koji stvaraju toksine i mogu izazvati krvavu dijareju i ozbiljne komplikacije, uključujući oštećenje bubrega.*

259 *Oportunistički patogen je mikroorganizam koji lakše izaziva bolest kada je odbrana organizma oslabljena ili kada prodre kroz oštećenu kožu ili sluzokožu.*

260 *Folikulitis je zapaljenje folikula dlake, odnosno strukture kože iz koje dlaka raste.*

261 *Ulceracija je oštećenje kože ili sluzokože sa gubitkom površinskog tkiva i nastankom otvorene ranice.*

Posebnu grupu čine **zoonoze**, odnosno bolesti koje se prenose između životinja i ljudi. One su naročito važne u slučaju prirodnih kupališta, slatkovodnih površina, zapuštenih bazena i objekata u koje mogu ulaziti životinje. Među ovim infekcijama izdvaja se leptospiroza, koju izazivaju bakterije roda *Leptospira*. Njen težak oblik, sa oštećenjem jetre i bubrega, poznat je kao Vajlova bolest. Kliničke manifestacije mogu varirati od simptoma sličnih gripu do teških poremećaja funkcije jetre i bubrega. Bakterija može ući u organizam gutanjem kontaminirane vode, udisanjem aerosola ili kontaktom preko očiju, sluzokoža i oštećene kože.

Virusne infekcije i ograničenja virološkog nadzora

Za razliku od mnogih bakterijskih i parazitskih uzročnika, povezanost virusnih infekcija sa boravkom na bazenu često se teže dokazuje. I oboleli korisnici i korisnici bez simptoma mogu uneti viruse u vodu putem fecesa, pljuvačke, povraćenog sadržaja i respiratornih sekreta.

Sistematski pregled objavljen 2024. godine obuhvatio je 29 epidemija virusnih infekcija povezanih sa bazenima u Kini. **Adenovirusi** su bili uzročnici 27 epidemija, odnosno približno 93%. U epidemijama povezanim sa bazenima adenovirusi često izazivaju povišenu temperaturu, zapaljenje ždrela i konjunktivitis. Pojedini tipovi izazivaju i gastrointestinalne ili druge infekcije. Njihov značaj u bazenskoj vodi dodatno proizlazi iz činjenice da mogu biti relativno otporni u spoljašnjoj sredini i da se mogu širiti među decom i mladima u kolektivima.

Od drugih virusa povezanih sa bazenskom vodom treba pomenuti predstavnike porodice *Picornaviridae*, u koju spadaju **virus hepatitisa A i enterovirusi, uključujući koksaki viruse**. Virus hepatitisa A može izazvati zapaljenje jetre, dok koksaki virusi i drugi enterovirusi mogu izazvati različite oblike oboljenja, od blagih febrilnih i gastrointestinalnih bolesti do meningitisa, miokarditisa i perikarditisa. U najtežim slučajevima, naročito kod osetljivih osoba, zahvatanje srca može imati ozbiljan, pa i smrtonosan ishod.

Pregledni rad objavljen 2019. godine obuhvatio je 29 epidemija virusnih infekcija povezanih sa bazenima. Virusi odgovorni za obolevanje potvrđeni su i u bazenskoj vodi u svega 21% obuhvaćenih epidemija. To, međutim, ne znači da bazen nije bio izvor infekcije, već pre svega govori o ograničenjima virološkog nadzora. Zbog perioda inkubacije, koji kod pojedinih virusnih infekcija može trajati danima, pa i nedeljama, uzorkovanje vode se često obavlja kasno, kada je voda već delimično zamenjena ili dodatno hlorisana, odnosno kada je bazenski sistem već saniran. Takođe, uredan bakteriološki nalaz ne isključuje mogućnost da su kupači uneli virus u vodu putem fecesa, pljuvačke, povraćenog sadržaja, nosnog sekreta ili drugih telesnih izlučevina.

Gljivične infekcije

Gljivične infekcije povezane sa bazenima najčešće nisu posledica gutanja vode, već kontakta sa vlažnim površinama oko bazena, u svlačionicama, tuševima i drugim prostorima u kojima se hoda bosih nogu. Jedan od najznačajnijih uzročnika u ovom kontekstu jeste *Trichophyton rubrum*, gljivica koja izaziva kožno oboljenje poznato kao **atletsko stopalo**. Ova gljivica napada keratinizovane delove tela,[262] pre svega kožu i nokte, a ređe kosu, a prenosi se preko vlažnih površina, peškira, podova, obuće ili direktnim kontaktom.

Atletsko stopalo najčešće se ispoljava svrabom, perutanjem, crvenilom, pucanjem kože i neprijatnim osećajem između prstiju stopala, ali se infekcija može proširiti i na nokte ili druge delove tela. Rizik je veći kada se dugo boravi u vlažnoj obući, kada se hoda bosih nogu po mokrim površinama zajedničkih prostora i kada se stopala ne osuše dobro nakon kupanja. Zbog toga su preventivne mere jednostavne, ali važne i podrazumevaju nošenje papuča u zajedničkim prostorima, redovno čišćenje i sušenje površina, dobru ventilaciju svlačionica i prostora sa tuševima, kao i ličnu higijenu nakon korišćenja bazena.

Slobodnoživeće amebe

Pored prethodno opisanih uzročnika, u bazenima i drugim vodama za rekreaciju značajne su i **slobodnoživeće amebe**, jednoćelijski organizmi koji mogu živeti i razmnožavati se u životnoj sredini bez obaveznog boravka u domaćinu. Slobodnoživeće amebe mogu izazvati infekcije, ali i pružiti zaštitu drugim mikroorganizmima. U tom smislu mogu delovati kao svojevrsni „trojanski konj", omogućavajući pojedinim bakterijama, virusima i gljivicama da opstanu u njihovoj unutrašnjosti.

U sistematskom pregledu sa meta-analizom, objavljenom 2022. godine, analizirano je 106 studija iz 30 zemalja, objavljenih od 1977. do 2022. godine. Ispitivana je učestalost prisustva slobodnoživećih ameba u bazenima i drugim vodama za rekreaciju. Rezultati pokazuju da ove amebe nisu retka pojava i naročito dobro opstaju u biofilmu i sistemima sa toplom vodom, posebno ako dezinfekcija, temperatura, protok i održavanje nisu optimalni.

Učestalost otkrivanja slobodnoživećih ameba razlikovala se među radovima iz različitih perioda. U radovima objavljenim do 2010. godine prevalencija je iznosila 53,09%, u periodu 2010-2015. godine 37,07%, dok je u radovima posle 2015. godine iznosila 45,40%. Ovi procenti sami po sebi ne pokazuju vremenski trend, jer na rezultate utiču i razlike u izboru uzoraka i primenjenim metodama.

262 ***Keratinizovani delovi tela*** *sadrže keratin, strukturni protein koji daje čvrstinu površinskom sloju kože, kosi i noktima.*

Amebe se mogu ispitivati uzgajanjem u laboratorijskim uslovima, posmatranjem pod mikroskopom i analizom njihovog genetičkog materijala. Ako se u laboratorijskoj kulturi razmnožavaju, to potvrđuje da su u uzorku bile žive. Mikroskopskim pregledom procenjuju se njihov oblik i građa, dok PCR[263] omogućava precizniju identifikaciju na osnovu DNK. Međutim, PCR može otkriti i DNK uginulih ameba, pa pozitivan rezultat ne znači nužno da voda sadrži žive amebe koje mogu izazvati infekciju.

Objedinjena procena učestalosti prisustva ameba iznosila je 57,21% u studijama koje su koristile morfološke metode,[264] 25,78% u studijama koje su koristile samo PCR i 43,16% u studijama koje su kombinovale ove metode. Za javno zdravlje naročito su važne *Acanthamoeba* spp., zbog mogućnosti nastanka keratitisa[265] i *Naegleria fowleri*, zbog primarnog amebnog meningoencefalitisa, retke bolesti koja se gotovo uvek završava smrtnim ishodom. Infekcija vrstom Naegleria fowleri nastaje kada kontaminirana voda dospe u nos, dok je kod amebnog keratitisa naročito važan kontakt vode sa očima pri nošenju kontaktnih sočiva. Ipak, prisustvo roda *Acanthamoeba* ili *Naegleria* u vodi ne znači automatski prisustvo najopasnijih vrsta, niti neposredno visok rizik za prosečnog korisnika bazena.

Pri tumačenju rezultata treba imati u vidu pristrasnost u objavljivanju, odnosno mogućnost da je učestalost prisustva slobodnoživećih ameba u bazenskoj vodi precenjena zato što se istraživanja sa pozitivnim nalazima mogu češće objavljivati nego istraživanja sa negativnim nalazima. Zbog toga ovu meta-analizu ne treba tumačiti kao dokaz da je svaki bazen kontaminiran amebama, već kao pokazatelj da su slobodnoživeće amebe čest ekološki nalaz u bazenskoj vodi, a rizik po zdravlje zavisi od vrste amebe, uslova u vodi, prisustva biofilma, načina održavanja sistema i osetljivosti korisnika.

263 *PCR, odnosno lančana reakcija polimeraze, laboratorijska je metoda kojom se umnožava određeni deo DNK kako bi se omogućilo njegovo otkrivanje.*

264 *Morfološke metode omogućavaju prepoznavanje organizama na osnovu njihovog oblika, veličine i drugih vidljivih osobina, najčešće mikroskopskim pregledom.*

265 *Keratitis je zapaljenje rožnjače, providnog prednjeg dela oka, koje može izazvati bol, crvenilo, osetljivost na svetlost i slabljenje vida.*

ANTROPOGENO OPTEREĆENJE BAZENSKE VODE I PRORAČUNI KAPACITETA

Jedan od ključnih, a često potcenjenih faktora mikrobiološke i hemijske bezbednosti bazena jeste opterećenje vode materijama koje unose kupači, odnosno antropogeno opterećenje. Njegov važan deo čini **azotno opterećenje**.[266] Bazenska voda nije statičan sistem, već dinamično okruženje u koje korisnici neprestano unose znoj, urin, fekalne tragove, ćelije kože, sekrete sluzokoža, kozmetiku i druge organske i neorganske materije. Intenzitet tog opterećenja ne zavisi samo od broja kupača, već i od njihove higijene, trajanja boravka u vodi, intenziteta fizičke aktivnosti, temperature vode, efikasnosti cirkulacije i kapaciteta sistema za filtraciju i dezinfekciju.

Tuširanje pre ulaska u bazen smanjuje količinu znoja, tragova urina i fecesa, kozmetike i drugih materija koje kupači unose sa površine tela. Prolazak kroz dezobarijeru[267] za stopala takođe može doprineti smanjenju unosa pojedinih mikroorganizama, posebno *Pseudomonas aeruginosa* i virusa papiloma. Drugim rečima, ove mere nisu samo formalni higijenski zahtevi, već neposredno utiču na količinu biološkog i hemijskog materijala koji opterećuje vodu i sistem za njenu obradu.

Prema procenama navedenim u preglednom radu, količina izlučenog znoja raste od približno 0,05 do 0,4 L/m^2/h kada se iz mirovanja pređe u intenzivnu fizičku aktivnost. Za odraslu osobu prosečne visine i telesne mase, sa procenjenom površinom kože od 1,943 m^2, intenzivna aktivnost u vodi temperature 32 °C može dovesti do lučenja približno 0,78 L znoja tokom jednog sata. Tome treba dodati i urin, čiji se unos u bazensku vodu procenjuje na 25-60 mL po kupaču. Znoj i urin zajedno mogu doprineti opterećenju vode od oko 1 000 mg azota po kupaču, odnosno oko 1200 mg azota kada se uključi rezerva pri proračunu.

Opterećenje koje stvara isti broj kupača menja se i sa temperaturom vode. Znojenje se značajno intenzivira iznad 29 °C, a pri 32 °C količina izlučenog znoja može biti dvostruko veća nego pri 29 °C. Zbog toga isti broj korisnika ne predstavlja isto opterećenje u hladnijem bazenu, toplom spa bazenu i bazenu za akvafitnes. Drugim rečima, opterećenje bazena ne može se procenjivati samo na osnovu broja korisnika, već se mora tumačiti u odnosu na uslove korišćenja.

266 *Azotno opterećenje označava količinu azota unetu u vodu različitim jedinjenjima, među kojima su urea i druge materije iz znoja i urina.*

267 *Dezobarijera je površina ili posuda sa dezinfekcionim sredstvom namenjena smanjenju prenosa mikroorganizama preko obuće ili stopala.*

U preglednom radu objavljenom 2023. godine opisan je eksperimentalni bazen u Nantu kao primer povezivanja opterećenja koje stvaraju kupači sa kapacitetom sistema za obradu vode. Bazen je imao korisnu zapreminu od 42,24 m^3, dimenzije 8×4 m i dubinu od 1,32 m, a temperatura vode iznosila je 27 ± 3 °C. Voda je cirkulisala protokom od 15 do 40 m^3/h, tako da je zapremina vode jednaka zapremini bazena mogla da prođe kroz sistem za približno 1-3 sata. Osnovni sistem obrade činili su filtracija kroz peščani filter, hlorna dezinfekcija i regulacija pH, a za realističnu simulaciju antropogenog opterećenja korišćena je veštačka smeša koja simulira unos telesnih tečnosti kupača, odnosno unos znoja, urina i drugih organskih materija.

Prema formuli za proračun **maksimalnog dnevnog broja kupača** navedenoj u ovom radu, bazen zapremine oko 42 m^3, ako radi 12 sati dnevno uz protok filtracije od 25 m^3/h, može primiti 34 osobe dnevno. Ako radi 9 sati dnevno uz protok od 15 m^3/h, procenjeni kapacitet se smanjuje na 18 osoba dnevno. Uz odobrenje nadležnog tela, ove vrednosti mogu se udvostručiti na 68, odnosno 36 osoba dnevno. Suština ovih proračuna jeste da bezbednost bazena ne zavisi samo od njegove zapremine, već od odnosa između broja kupača, trajanja rada, temperature vode, intenziteta aktivnosti, količine organske materije koju korisnici unose, protoka, filtracije i dezinfekcije. Velik bazen može biti mikrobiološki problematičan ako je preopterećen korisnicima ili ako kapacitet sistema za obradu vode ne odgovara stvarnom opterećenju. Nasuprot tome, manji bazen može biti bezbedan ako se voda dovoljno brzo obrađuje, održavanje je redovno, a dezinfekcija i pH se kontrolišu.

TEHNIČKI SISTEMI OBRADE VODE, HIDRAULIKA I DEZINFEKCIJA

Bezbednost bazenske vode ne zavisi samo od prisustva ili odsustva pojedinačnih mikroorganizama, već od toga koliko efikasno tehnički sistem bazena sprečava njihovo zadržavanje, razmnožavanje i prenos među korisnicima. U tom smislu upravljanje bazenom obuhvata nekoliko povezanih elemenata: filtraciju, hidrauliku bazena, recirkulaciju, kontrolu pH, dezinfekciju, uklanjanje biofilma, nadzor mikrobioloških indikatora i usklađivanje broja kupača sa kapacitetom sistema.

Hlor i druga dezinfekciona sredstva služe za inaktivaciju mikroorganizama, dok filtracija ima drugačiju, ali jednako važnu ulogu, ona uklanja suspendovane čestice, neorgansku i organsku materiju, zamućenje, deo mikroorganizama, oociste parazita i materijal koji pogoduje formiranju biofilma. Ako voda sadrži mnogo organske materije, dezinfekciono sredstvo se troši brže, a mikroorganizmi zaštićeni u česticama, naslagama ili biofilmu mogu biti manje dostupni hemijskom dejstvu.

Kada je u pitanju **cirkulacija vode**, poseban problem predstavljaju stariji bazeni sa slabije projektovanim prelivnim kanalima, nedovoljnim mešanjem i neujednačenim protokom. U takvim bazenima mogu nastati takozvane mrtve zone, naročito u uglovima, plićim delovima, iza stepenika, oko mlaznica ili u delovima sa slabim strujanjem vode. Dobro projektovan sistem treba da obezbedi ravnomerno kretanje vode, efikasno odvođenje površinskog sloja, dovoljno brz obrt vode i odsustvo zona u kojima se nakupljaju organska materija, mikroorganizmi i biofilm. Kod toplih bazena, đakuzi sistema, terapijskih bazena i intenzivno korišćenih bazena ovaj zahtev je još važniji, jer viša temperatura i veći unos organskih materija ubrzavaju mikrobiološke i hemijske procese u vodi.

U javnim bazenima mikrobiološka zaštita se ne oslanja samo na obradu vode u tehničkoj prostoriji, već i na prisustvo aktivnog dezinfekcionog sredstva u samoj bazenskoj vodi. Kod hlorisanja, preostali aktivni hlor u vodi deluje kao stalna hemijska barijera između kupača i mikroorganizama koje oni unose tokom korišćenja bazena. Njegova uloga je naročito važna dok voda cirkuliše kroz bazen, pre nego što dospe do sistema za obradu, kada se novouneti mikroorganizmi još uvek nalaze u kupališnom prostoru.

Mnogi topli bazeni u banjama, spa-centrima i hotelima, iako se pune termalnom ili mineralnom vodom, tehnički funkcionišu kao klasični javni bazeni. Voda recirkuliše, filtrira se, podešava se pH i dodaje se hlor ili drugo dozvoljeno dezinfekciono sredstvo. U takvim sistemima sama činjenica da je voda termalna ili mineralna ne menja osnovni princip javnozdravstvene kontrole.

Izuzetak su **bio-mineralni** i takozvani **prirodni bazeni** gde se kvalitet vode ne obezbeđuje stalnim prisustvom hlora, već drugim postupcima, kao što su veliki protok, mehanička filtracija, biološka filtracija, UV tretman, ozon, prirodna regeneraciona zona ili kontrolisana zamena vode. Ovi sistemi mogu imati prednost zbog smanjene izloženosti dezinfekcionim hemikalijama i njihovim nusproizvodima, ali zahtevaju ograničen broj kupača i strogo upravljanje i održavanje jer ne postoji rezidualna dezinfekciona barijera među kupačima.

Indirektni ekološki i javnozdravstveni rizici van procesa kupanja

Napušteni, zapušteni ili neodržavani vodeni sistemi mogu postati ekološka niša za organizme koji nisu neposredno povezani sa kupanjem, ali imaju značaj za javno zdravlje. U tom smislu, bazen nije samo mesto za rekreaciju, već i potencijalni vodeni habitat ako se zanemare odvodnjavanje, održavanje i sprečavanje zadržavanja vode.

U istraživanju objavljenom 2008. godine u Malindiju u Keniji, nekorišćeni bazeni činili su 42,7% od 110 staništa u kojima su pronađeni komarci. U drugom istraživanju iz iste godine, nekorišćeni bazeni i bare u kolotrazima zajedno su

činili 61% od 115 evidentiranih vodenih staništa i predstavljali glavna mesta razvoja nezrelih oblika komaraca roda *Anopheles*, koji prenose **malariju**.

Ovi podaci pokazuju da u turističkim i hotelskim objektima, posebno u sezonskim destinacijama, napušteni, poluprazni ili neodržavani bazeni mogu postati deo šireg ekološkog problema. Zbog toga zatvaranje bazena, sezonsko pražnjenje, pokrivanje, drenaža i sprečavanje zadržavanja vode predstavljaju važne mere kontrole vektora.[268]

STRATEGIJE PREVENCIJE I HIGIJENSKE MERE ZA KONTROLU RIZIKA

Prevencija infekcija povezanih sa bazenima zahteva zajedničku odgovornost operatera i korisnika. Menadžeri objekata odgovorni su za tehničku ispravnost sistema, filtraciju, dezinfekciju, hidrauliku, mikrobiološki nadzor, evidenciju i kontrolu broja kupača. Korisnici, sa druge strane, direktno utiču na kvalitet vode sopstvenim ponašanjem, higijenom i poštovanjem pravila korišćenja. Pre ulaska u vodu potrebno je tuširanje, a ulazak u bazen sa velikom količinom losiona, krema, ulja, kozmetike ili drugih preparata treba izbegavati, jer takve supstance povećavaju organsko i hemijsko opterećenje vode. Kupače treba upozoriti da ne gutaju bazensku vodu, jer se mnogi gastrointestinalni uzročnici prenose upravo unošenjem male količine kontaminirane vode tokom plivanja.

Deca zahtevaju posebnu pažnju. Kod male dece potrebni su neposredan nadzor i dosledna primena higijenskih mera zbog mogućeg nenamernog ispuštanja stolice i gutanja bazenske vode. Prema britanskim smernicama za kontrolu infekcija u spa bazenima, deca mlađa od četiri godine ne treba da koriste takve bazene. Pelene se ne smeju menjati pored bazena, već isključivo u za to predviđenim prostorima, uz pravilno odlaganje i pranje ruku. Deca sa dijarejom ne smeju ulaziti u bazen, čak ni ako koriste pelene za kupanje, jer one ne predstavljaju pouzdanu mikrobiološku barijeru.

Osetljive grupe, uključujući osobe sa znatno oslabljenim imunitetom, osobe sa teškim hroničnim oboljenjima, trudnice kojima je zbog zdravstvenog stanja preporučen poseban oprez, starije osobe i osobe sa aktivnim infekcijama kože, disajnih puteva ili gastrointestinalnog sistema, treba posebno informisati o mogućim rizicima. Za njih nije svaki bazen jednako pogodan, a veći oprez je potreban kod toplih bazena, đakuzi sistema, kao i prirodnih i bio-mineralnih bazena bez rezidualne dezinfekcije.

268 *Vektori su organizmi koji prenose uzročnike infekcija između domaćina. Komarci su, na primer, vektori uzročnika malarije.*

4.2. ASTMA I ZATVORENI BAZENI

Plivanje predstavlja koristan oblik aerobne fizičke aktivnosti i često se preporučuje osobama sa astmom, jer angažuje velike mišićne grupe, unapređuje kardiorespiratornu sposobnost i omogućava vežbanje uz malo opterećenje zglobova koji nose telesnu težinu. Topao i vlažan vazduh iznad vode manje isušuje sluzokožu disajnih puteva nego hladan i suv vazduh, pa plivanje kod mnogih obolelih ređe izaziva bronhokonstrikciju[269] povezanu sa naporom nego trčanje ili zimski sportovi. Ipak, uticaj boravka u zatvorenom bazenu na zdravlje zavisi i od kvaliteta vode i vazduha, intenziteta i trajanja aktivnosti, učestalosti izlaganja i individualne sklonosti ka bronhijalnoj hiperreaktivnosti.[270]

Veza između astme i bazenskog okruženja može se posmatrati kroz tri različita zdravstvena ishoda. Prvi obuhvata kratkotrajnu iritaciju očiju, nosa, grla i bronhija, praćenu kašljem ili prolaznom bronhokonstrikcijom. Drugi se odnosi na pogoršanje simptoma kod osoba koje već imaju astmu, dok treći podrazumeva mogućnost da dugotrajna profesionalna ili veoma intenzivna izloženost isparljivim nusproizvodima dezinfekcije u vazduhu zatvorenog bazena doprinese razvoju bronhijalne hiperreaktivnosti i profesionalne astme.[271] Dokazi su najuverljiviji za simptome iritacije, pogoršanje postojeće astme i profesionalnu izloženost, a rezultati epidemioloških istraživanja o povezanosti plivanja u detinjstvu sa kasnijim razvojem astme nisu ujednačeni.

HLORISANJE VODE I NASTANAK HLORAMINA

Hlor se dodaje bazenskoj vodi radi sprečavanja razmnožavanja i prenosa patogenih mikroorganizama, ali u vodi reaguje sa znojem, urinom, pljuvačkom, oljuštenim ćelijama kože, kozmetičkim preparatima i drugim organskim i azotnim materijama koje unose kupači. U tim reakcijama nastaje složena smeša nusproizvoda dezinfekcije, među kojima su hloramini, trihalometani, haloacetonitrili, haloacetaldehidi, halonitrometani, halogenovane kiseline, aldehidi i nitrozamini.

Među hloraminima, za nadraživanje disajnih puteva posebno je značajan **trihloramin**, odnosno azot-trihlorid, lako isparljivo jedinjenje koje prelazi iz vode u vazduh i nagomilava se neposredno iznad njene površine, u zoni u kojoj plivač diše.

269 *Bronhokonstrikcija je suženje disajnih puteva usled stezanja mišića u njihovim zidovima, koje otežava prolazak vazduha i može izazvati kašalj, zviždanje pri disanju i osećaj nedostatka vazduha.*

270 *Bronhijalna hiperreaktivnost je povećana osetljivost bronhija, zbog koje na nadražaje poput hladnog vazduha, fizičkog napora ili iritirajućih materija reaguju izraženijim suženjem.*

271 *Profesionalna astma je astma koja nastaje usled izlaganja štetnim činiocima na radnom mestu. Razlikuje se od ranije postojeće astme čiji se simptomi na poslu pogoršavaju.*

Karakterističan oštar miris u zatvorenom bazenu često se opisuje kao „miris hlora", iako je povezan sa prisustvom hloramina i sam po sebi ne pokazuje koncentraciju slobodnog hlora u vodi.

Prema jednoj proceni, približno **64%** azota koji učestvuje u nastanku hloramina potiče od znoja, oko **31%** od urina, a približno **5%** od oljuštenih ćelija kože. Ova raspodela zavisi od broja kupača, trajanja kupanja, temperature vode i higijenskih navika.

Tokom intenzivnog plivanja minutna plućna ventilacija[272] može se višestruko povećati, dok se disanje sve više odvija preko usta. Time se delimično zaobilaze filtriranje, zagrevanje i ovlaživanje vazduha u nosnoj šupljini, pa veća količina potencijalno nadražujućih jedinjenja dospeva u dublje delove respiratornog sistema. Plivač zato može udahnuti znatno veću dozu trihloramina nego osoba koja miruje u istom prostoru, iako su oboje izloženi istoj koncentraciji u vazduhu.

Izloženost može biti posebno izražena u akvaparkovima i spa-centrima. Tobogani, fontane, vodene mlaznice i druge atrakcije raspršuju vodu i ubrzavaju prelazak isparljivih jedinjenja u vazduh, dok povišena temperatura vode u hidromasažnim i terapijskim bazenima dodatno povećava njihovo isparavanje. Korisnici se pritom nalaze neposredno iznad površine vode, pa koncentracija u njihovoj zoni disanja može biti znatno veća od vrednosti izmerene u višim ili udaljenijim delovima prostorije.

ZDRAVSTVENI EFEKTI TRIHLORAMINA

Trihloramin nadražuje konjunktivu i sluzokožu nosa, grla i bronhija. Izlaganje povišenim koncentracijama može izazvati suzenje, crvenilo i svrab očiju, curenje nosa, promuklost, gubitak glasa, kašalj, stezanje u grudima i prolazno suženje disajnih puteva. Kod osoba sa astmom iste koncentracije mogu izazvati izraženije simptome zbog već postojeće upale i povećane reaktivnosti bronhija.

Svetska zdravstvena organizacija navodila je vrednost od **0,5 mg/m³** kao orijentacionu gornju koncentraciju trihloramina u vazduhu zatvorenih bazena, prvenstveno radi sprečavanja iritacije očiju i disajnih puteva. Pojedini autori predlagali su nižu vrednost od približno 0,3 mg/m³, naročito za radna mesta na kojima izloženost traje više sati svakog dana, ali treba naglasiti da su u pitanju preporuke.

272 *Minutna plućna ventilacija je zapremina vazduha koja prođe kroz disajne puteve tokom jednog minuta. Zavisi od učestalosti i dubine disanja.*

U pojedinim ispitivanjima povišene koncentracije trihloramina registrovane su u **više od polovine kontrolisanih zatvorenih bazena**. Na primer, u jednom evropskom istraživanju prosečna koncentracija trihloramina u ispitivanim zatvorenim bazenima iznosila je 0,65 ± 0,20 mg/m^3, pri čemu su izmerene vrednosti varirale od 0,20 do 1,02 mg/m^3. Zaposleni izloženi koncentracijama iznad 0,5 mg/m3 češće su prijavljivali curenje nosa, crvenilo očiju, gubitak glasa i svrab očiju. U poređenju sa ostalim zaposlenima, odnosi izgleda za ove simptome iznosili su redom 2,91, 3,16, 3,56 i 2,23. Za ove simptome utvrđen je i odnos doze i odgovora, odnosno njihova učestalost se povećavala sa porastom koncentracije trihloramina. Slično tome, u drugoj studiji koja je obuhvatila 624 zaposlena u 38 bazenskih objekata, u poređenju sa zaposlenima na recepciji, u ugostiteljstvu i upravi objekata, instruktori plivanja češće su prijavljivali sinusitis, dugotrajne simptome nalik prehladi i bol u grlu, a odnosi izgleda iznosili su redom 2,4, 3,4 i 2,4.

Najčvršći dokazi da bazensko okruženje može doprineti nastanku astme potiču iz istraživanja **profesionalno izloženih radnika**. Spasioci, treneri, instruktori i ostali zaposleni svakodnevno provode više sati u zatvorenoj bazenskoj hali, često i bez kontakta sa vodom, ali uz kontinuirano udisanje isparljivih hloramina. Svakodnevna višegodišnja izloženost predstavlja drugačije opterećenje od povremenog boravka na bazenu. Pri proceni veze sa astmom potrebno je uzeti u obzir broj sati provedenih u objektu, koncentraciju trihloramina, kvalitet ventilacije i to da li se simptomi pojačavaju tokom radne nedelje, a smanjuju tokom vikenda ili odmora.

Astma i bronhijalna hiperreaktivnost češće se registruju kod takmičarskih plivača nego kod mnogih drugih sportista. Kod njih se udružuju višegodišnji boravak na zatvorenom bazenu, veliki obim treninga i intenzivno disanje preko usta, što doprinosi hroničnoj iritaciji epitela disajnih puteva i povećanoj osetljivosti bronhija. Rezultati kod dece nisu ujednačeni. Meta-analiza iz 2025. godine, koja je obuhvatila šest studija sa ukupno 4 058 dece i mladih i 310 slučajeva astme, nije utvrdila povezanost plivanja u detinjstvu sa razvojem astme. Međutim, noviji sistematski pregled sa meta-analizom iz 2026. godine obuhvatio je 23 studije sa ukupno 54 153 učesnika i utvrdio povezanost odlazaka na bazen sa većim izgledima za astmu, uz objedinjeni odnos izgleda[273] od 1,14. Ovi nalazi ne opravdavaju tvrdnju da rizik ne postoji, ali ni zaključak da povremeno rekreativno plivanje izaziva astmu.

273 *Odnos izgleda (OR) poredi odnos broja osoba sa određenim simptomom i bez njega u dve grupe. Na primer, ako u jednoj grupi simptom ima 20 osoba, a nema ga 80, taj odnos je 20/80. Ako ga u drugoj ima 40, a nema ga 60, odnos je 40/60. OR tada iznosi približno 2,67, iako je simptom u drugoj grupi dvostruko češći, odnosno prisutan kod 40% umesto kod 20% osoba.*

Deo uočene veze između astme i takmičarskog plivanja može poticati i od toga ko se opredeljuje za ovaj sport i ko u njemu ostaje. Plivanje se tradicionalno preporučuje deci sa astmom, pa među mladim plivačima od početka može biti više osoba sa atopijom[274] i bronhijalnom hiperreaktivnošću. Istovremeno, osobe kod kojih bazensko okruženje izaziva izražene simptome mogu napustiti plivanje. Ova dva procesa mogu različito uticati na rezultate istraživanja.

VENTILACIJA I ODRŽAVANJE BAZENA

Kvalitet vazduha u zatvorenom bazenu ne zavisi samo od količine vazduha koja se zamenjuje već i od njegovog strujanja kroz prostoriju. Pošto se trihloramin oslobađa na površini vode, ventilacioni sistem treba da spreči njegovo zadržavanje u zoni disanja plivača i zaposlenih. Sistem koji pretežno odvodi vazduh iz najviših delova hale može nedovoljno efikasno odvoditi vazduh neposredno iznad površine vode, pa se lokalno visoke koncentracije mogu održavati čak i kada prosečna vrednost izmerena u prostoriji deluje prihvatljivo.

Smanjenje nastanka hloramina počinje **ograničavanjem organskog opterećenja vode**. Tuširanje pre ulaska u bazen uklanja deo znoja, kozmetike i ćelija kože, dok sprečavanje mokrenja u bazenu i prilagođavanje broja korisnika kapacitetu bazena smanjuju količinu azotnih materija raspoloživih za reakciju sa hlorom. Dodavanje veće količine hlora u vodu opterećenu znojem, urinom i drugim organskim materijama može povećati stvaranje vezanog hlora i pogoršati kvalitet vazduha. Ultraljubičasto zračenje i ozonizacija razgrađuju deo već nastalih hloramina, dok aktivni ugalj uklanja deo organskih materija iz kojih oni nastaju. Ovi postupci tako smanjuju koncentraciju hloramina i potrebu za povremenim korektivnim hlorisanjem, ali se primenjuju kao dopuna osnovnoj dezinfekciji, a ne kao njena potpuna zamena.

Zanimljivo je da u termalnim i mineralnim bazenima dezinfekciona sredstva reaguju sa složenijom hemijskom sredinom nego u bazenima punjenim vodom iz vodovoda. Prirodno prisutni bromidi, sumporna jedinjenja, minerali i organska materija mogu promeniti sastav nusproizvoda dezinfekcije, pa u vodama bogatim bromidima nastaje veći udeo bromovanih jedinjenja i jedinjenja koja sadrže i brom i hlor, koja mogu imati izraženiji citotoksični i genotoksični potencijal[275] od prethodno opisanih hlorovanih nusproizvoda. Njihov značaj za astmu zavisi od isparljivosti, koncentracije u vazduhu iznad vode i sposobnosti da nadraže disajne puteve, što je za sada znatno slabije istraženo od dejstva trihloramina u zatvorenim hlorisanim bazenima.

274 *Atopija je sklonost ka razvoju alergijskih reakcija na uobičajene alergene iz okruženja, poput polena, grinja i životinjske peruti.*

275 *Citotoksični potencijal označava sposobnost neke materije da ošteti ćelije ili izazove njihovo odumiranje, dok genotoksični potencijal označava sposobnost oštećivanja genetičkog materijala.*

4.3. ZDRAVSTVENI RIZICI PUTOVANJA AVIONOM

KOSMIČKO ZRAVENJE TOKOM LETA

Kosmičko zračenje dolazi iz svemira i deo je prirodnog zračenja kojem je čovek svakodnevno izložen. Atmosfera apsorbuje i slabi veliki deo tog zračenja, pa pri tlu pruža znatno veću zaštitu nego na visini na kojoj lete putnički avioni. Tokom leta na približno 10-12 kilometara iznad aviona ostaje **tanji sloj vazduha**, zbog čega putnici i posada primaju veću dozu. Kod osobe koja leti nekoliko puta godišnje taj dodatak je mali, dok se kod pilota i kabinskog osoblja doze sabiraju tokom stotina sati rada u vazduhu.

Doza zavisi od trajanja, visine i putanje leta, pa duži let znači duže izlaganje, a veća visina slabiju zaštitu atmosfere. Takođe, važan je i položaj rute u odnosu na ekvator. **Zemljino magnetno polje** skreće putanje dela naelektrisanih čestica koje dolaze iz svemira, ali je ta zaštita **slabija u polarnim oblastima**. Zato letovi na visokim geografskim širinama obično donose veću dozu od letova sličnog trajanja bliže ekvatoru.

Za poređenje izloženosti koristi se efektivna doza,[276] izražena u milisivertima (mSv). Prema proceni UNSCEAR-a, naučnog komiteta Ujedinjenih nacija koji proučava efekte atomskog zračenja, predstavljenoj 2026. godine, prosečna osoba iz prirodnih izvora primi oko **3 mSv godišnje**. U tu vrednost ulaze zračenje iz zemljišta i građevinskih materijala, izloženost radonu i drugim prirodnim radioaktivnim materijama, kao i kosmičko zračenje. Sam kosmički deo iznosi približno **0,3 mSv godišnje**. To je polazna izloženost stanovništva, bez dodatne profesionalne izloženosti i medicinskih snimanja, a stvarne vrednosti razlikuju se prema mestu i uslovima života.

Poređenje doza zračenja kod stanovništva, putnika i letačkog osoblja

Izvor ili okolnost izlaganja	Približna doza
Svi prirodni izvori zajedno, prosek za stanovništvo	3 mSv godišnje
Kosmičko zračenje kao deo prethodne vrednosti	0,3 mSv godišnje
Jedan let od istočne do zapadne obale SAD	0,035 mSv
Profesionalno letenje posada koje često rade na velikim visinama	Oko 3-6 mSv godišnje tokom rada, zavisno od ruta i rasporeda

276 *Efektivna doza je veličina koja omogućava poređenje različitih izlaganja jonizujućem zračenju, uzimajući u obzir vrstu zračenja i različitu osetljivost organa i tkiva.*

Profesionalna doza posade dodaje se uobičajenoj izloženosti iz prirodnog okruženja. Ako član posade tokom rada primi dodatnih 3 mSv godišnje, uz prosečnu prirodnu izloženost od još oko 3 mSv njegova ukupna godišnja doza bila bi približno 6 mSv, ne računajući medicinska snimanja. Pri takvoj godišnjoj izloženosti, ukupna doza primljena tokom dvadeset godina rada iznosila bi oko 60 mSv. Za poređenje, prema podacima američkih Centara za kontrolu i prevenciju bolesti (CDC), putnik na letu između istočne i zapadne obale SAD u jednom smeru primi oko 0,035 mSv. Deset takvih letova dalo bi približno 0,35 mSv, što je slično prosečnoj godišnjoj dozi kosmičkog zračenja pri boravku na tlu.

Zdravstveni značaj ove izloženosti proističe iz sposobnosti **jonizujućeg zračenja da ošteti DNK**. Ćelije popravljaju veliki deo nastalih oštećenja, ali neka mogu ostati ili biti nepravilno popravljena i doprineti razvoju malignih bolesti. Kod profesionalnog letenja zato je važna ukupna doza primljena tokom radnog veka.

Jedan od nalaza u istraživanjima letačkog osoblja jeste **povećana učestalost melanoma**. Meta-analiza iz 2019. godine obuhvatila je 12 studija i pokazala da se melanom kod pilota javljao približno 2,03 puta, a kod kabinskog osoblja 2,12 puta češće nego što bi se očekivalo prema podacima za opštu populaciju. Smrtnost od melanoma kod pilota takođe je bila približno dvostruko veća, dok kod kabinskog osoblja povećanje smrtnosti nije pouzdano utvrđeno.

Istraživanje australijskih komercijalnih pilota za period 2011-2016. pružilo je nešto drugačiju sliku. Među njima je registrovano 114 melanoma. Učestalost melanoma *in situ*, ograničenog na površinski sloj kože, bila je približno 39% veća nego u opštoj populaciji. Za invazivni melanom, koji prodire u dublje slojeve kože, nije utvrđena jasna razlika u učestalosti.

Povećana učestalost raka dojke zabeležena je među članicama kabinskog osoblja. Sistematski pregled iz 2022. godine obuhvatio je devet studija, a rezultat je pokazao da je rak dojke bio približno 43% češći nego u opštoj ženskoj populaciji. U nordijskoj studiji, u kojoj je 8 507 žena i 1 559 muškaraca iz kabinskog osoblja praćeno prosečno tokom 23,6 godina, kod žena je, pored raka dojke i melanoma, zabeležena i približno **89% viša učestalost leukemije**[277] **od očekivane**.

Zdravlje letačkog osoblja zavisi od više profesionalnih i ličnih činilaca. Pored kosmičkog zračenja, razmatraju se **noćni rad, česte promene vremenskih zona i poremećaj sna**, a kod tumora kože i izlaganje UV zračenju tokom rada i slobodnog vremena.

277 *Leukemija je naziv za grupu malignih bolesti krvotvornog tkiva, kod kojih se abnormalne krvne ćelije nekontrolisano umnožavaju i ometaju normalno stvaranje krvi.*

Američko istraživanje objavljeno u avgustu 2026. godine ispitivalo je smrtnost. Autori su analizirali podatke o gotovo 13 miliona preminulih osoba iz 503 zanimanja tokom perioda 2020-2024., uključujući oko **14 000 pilota i 7 000 članova kabinskog osoblja**. Posebno su posmatrali odabranu grupu malignih bolesti koje se mogu povezati sa zračenjem, među kojima su bili **rak dojke i prostate, tumori centralnog nervnog sistema, leukemije i melanom**. Kada su u poređenju uzete u obzir starost i druge razlike među grupama, ove bolesti činile su oko 6,9% svih smrtnih slučajeva među kabinskim osobljem i 6,7% među pilotima. To su bili najveći udeli među svim obuhvaćenim zanimanjima.

Posebna pažnja posvećuje se radu u trudnoći. U američkoj studiji iz 2015. godine analizirano je 958 trudnoća kod 764 žene, među kojima su bile članice kabinskog osoblja i nastavnice. Za članicu posade sa tipičnim rasporedom, 130 sati letenja u prvom trimestru odgovaralo je procenjenoj dozi od 0,36 mSv. Rizik od pobačaja za celu grupu članica posade bio je sličan riziku kod nastavnica, ali su pobačaji bili češći kod žena koje su tokom prvog trimestra letele najmanje 15 sati u vreme kada bi u mestu svoje baze uobičajeno spavale, kao i kod onih sa velikim fizičkim opterećenjem na poslu.

Propisi Evropske unije zahtevaju procenu individualnih doza kada se očekuje prekoračenje praga od 1 mSv godišnje, što je skoro uvek slučaj kod letačkog osoblja. Doze se najčešće izračunavaju na osnovu podataka o letovima, a rezultati se koriste za informisanje zaposlenih i prilagođavanje njihovog rasporeda.

Povremeno se javlja i dodatni rizik usled **snažnih erupcija na Suncu**, tokom kojih do Zemlje stiže veći broj visokoenergetskih čestica. Tokom retkih, izrazito snažnih događaja doza zračenja na pojedinim letovima, naročito polarnim, može naglo porasti. CDC navodi da trudna članica posade tada može tokom jednog leta primiti dozu veću od preporučene za trudnoću zbog čega se trudnicama savetuje da, ukoliko je takav događaj u toku, razmotre zamenu leta ili promenu rasporeda.

Avio-kompanije mogu promeniti rutu ili smanjiti visinu leta, ali se ove mere ne primenjuju automatski pri svakom upozorenju na **solarnu oluju**. Na manjoj visini iznad aviona ostaje deblji sloj atmosfere, koji pruža veću zaštitu od zračenja. Konkretan primer zabeležen je tokom snažne geomagnetne oluje[278] 10. i 11. maja 2024. godine, na letu kompanije *United Airlines* iz San Franciska za Pariz. Umesto uobičajene severne rute preko Grenlanda i Islanda, avion je leteo južnije, preko Sjedinjenih Američkih Država i Atlantika, na visini od približno 10,4-11 km, umesto uobičajenih 11,6-12,2 km. Kompanija je rutu promenila pre

278 *Geomagnetna oluja je privremeni poremećaj Zemljinog magnetnog polja izazvan delovanjem Sunčevog vetra i magnetnog polja koje on prenosi. Može ometati radiokomunikaciju, navigaciju i rad elektroenergetskih sistema.*

poletanja prvenstveno zbog mogućih prekida radiokomunikacije na visokim geografskim širinama. Južnija putanja i manja visina istovremeno su povećale zaštitu od kosmičkog zračenja, zahvaljujući povoljnijem delovanju Zemljinog magnetnog polja i većoj debljini atmosfere iznad aviona.

Za većinu turista koji lete nekoliko puta godišnje kosmičko zračenje predstavlja mali dodatak ukupnoj godišnjoj izloženosti, a u uobičajenim uslovima mala je i izloženost ploda tokom povremenih letova u trudnoći.

DUGOTRAJNO SEDENJE TOKOM LETA I RIZIK OD VENSKE TROMBOZE

Dugotrajno sedenje tokom putovanja može usporiti protok krvi kroz vene nogu i doprineti nastanku krvnog ugruška, odnosno tromba. Kada ugrušak nastane u dubokim venama, najčešće u nogama, govori se o dubokoj venskoj trombozi. Ako se deo tromba odvoji i krvotokom dospe do plućnih arterija, može izazvati plućnu emboliju, stanje koje može ugroziti život. Ova dva povezana oboljenja obuhvaćena su zajedničkim nazivom **venska tromboembolija**. Rizik postoji i tokom dugih putovanja automobilom, autobusom ili vozom, jer nastanku tromba doprinosi višesatno ograničeno kretanje.

Pri hodanju mišići listova naizmenično se stežu i opuštaju, potiskujući krv prema srcu. Tokom nepomičnog sedenja ova mišićna pumpa slabije radi, pa se krv sporije vraća iz nogu. Pritisak ivice sedišta na predeo iza kolena može dodatno otežati protok. Usporavanje krvotoka jedan je od tri činioca nastanka tromba koji zajedno čine **Virhovljevu trijadu**. Naime, kada krv sporije protiče, aktivirani faktori zgrušavanja[279] lakše se nakupljaju na jednom mestu. Drugi činilac je oštećenje unutrašnje površine krvnog suda, koje podstiče vezivanje krvnih pločica i pokretanje procesa zgrušavanja. Treći je povećana sklonost krvi ka zgrušavanju, koja može biti nasledna ili nastati, na primer, u trudnoći, pri upotrebi estrogena ili usled malignog oboljenja. Tokom dugog putovanja najizraženije je usporavanje krvotoka, a rizik je veći kada putnik već ima neko stanje koje pogoduje nastanku tromba.

Prema rezultatima projekta WRIGHT Svetske zdravstvene organizacije, **rizik od venske tromboembolije približno se udvostručuje nakon putovanja koje traje najmanje četiri sata**, ali ukupna učestalost ostaje mala. U okviru ovog projekta navedena je procena od približno jednog slučaja na 6 000 dugih putovanja. Povećanje rizika utvrđeno je kod putnika koji su koristili različita prevozna sredstva, što dodatno ukazuje na značaj nepomičnog sedenja.

279 *Faktori zgrušavanja jesu supstance, pretežno proteini u krvi, koje se aktiviraju u nizu povezanih reakcija i omogućavaju stvaranje fibrinske mreže koja učvršćuje krvni ugrušak.*

Konkretniji uvid pruža istraživanje objavljeno 2007. godine, koje je obuhvatilo 8 755 zaposlenih u međunarodnim organizacijama, praćenih prosečno 4,4 godine. Zabeležen je približno jedan slučaj simptomatske venske tromboembolije na 4 656 letova u trajanju od najmanje četiri sata, a učestalost je bila veća nakon dužih letova i kada je više letova obavljeno u kratkom periodu. Ova procena odnosila se na pretežno zdrave zaposlene osobe, prosečne starosti oko 40 godina, pa se ne može podjednako primeniti na sve putnike.

Veći rizik imaju osobe koje su ranije imale trombozu ili plućnu emboliju, oboleli od aktivnih malignih bolesti, osobe sa naslednom sklonošću ka zgrušavanju krvi i putnici koji su nedavno operisani ili povređeni. Značajni činioci rizika su i ograničena pokretljivost, na primer zbog gipsa na nozi, starije životno doba, gojaznost, trudnoća i period posle porođaja. Rizik povećavaju i kontraceptivi koji sadrže estrogen, kao i pojedini oblici hormonske supstitucione terapije.

Za trombozu povezanu sa dugim letovima koristi se i izraz **sindrom ekonomske klase**, koji upućuje na skučena sedišta i malo prostora za noge u tom delu aviona. Međutim, rizik postoji i u poslovnoj i prvoj klasi ako putnik satima sedi bez pomeranja. Važni su, dakle, trajanje nepomičnog sedenja i mogućnost kretanja, a ne samo udobnost sedišta.

Interesantno je napomenuti da se tegobe ne moraju javiti tokom samog leta. U istraživanju koje je obuhvatilo zaposlene u međunarodnim organizacijama učestalost tromboze bila je najveća tokom **prve dve nedelje nakon putovanja**, zatim se postepeno smanjivala, da bi se približno osam nedelja nakon leta vratila na početni nivo. Zbog toga je pri pojavi simptoma važno lekaru pomenuti i putovanje završeno nekoliko nedelja ranije.

Na duboku vensku trombozu mogu ukazivati novonastali otok jedne noge, bol ili osetljivost u listu, toplija koža i crvenilo. S druge strane, iznenadno otežano disanje, bol u grudima koji se pojačava pri dubokom udahu, ubrzan rad srca, iskašljavanje krvi ili gubitak svesti mogu ukazivati na plućnu emboliju i zahtevaju hitnu medicinsku pomoć. Plućna embolija može nastati i bez prethodno uočenih tegoba u nozi.

Osnovna preventivna mera jeste prekidanje dugotrajnog mirovanja. Kada uslovi leta i uputstva posade to dozvoljavaju, korisno je ustati i prošetati približno na svakih jedan do dva sata. I u sedećem položaju mogu se ponavljati jednostavne vežbe, poput naizmeničnog podizanja peta i prstiju stopala i stezanja mišića listova.

Unos vode je razumna mera tokom putovanja, ali nije dokazano da sam po sebi sprečava trombozu, niti je potvrđeno da **dehidracija** uzrokuje trombozu povezanu sa putovanjem.

Kod putnika sa povećanim rizikom mogu biti korisne **kompresivne čarape**. One vrše najveći pritisak u predelu skočnog zgloba, koji se postepeno smanjuje prema kolenu, čime potpomažu povratak krvi iz nogu. U jednoj objedinjenoj analizi podataka za 2 637 putnika koji su leteli duže od pet sati, tromboza bez simptoma otkrivena je kod tri osobe koje su nosile čarape i kod 47 osoba koje ih nisu nosile. Ugrušci su otkriveni sistematskim pregledima nakon leta, iako putnici nisu imali simptome. Takvi nalazi češći su od tromboza koje se prepoznaju zbog bola, otoka ili drugih tegoba, na koje se odnose prethodno navedene procene od jednog slučaja na nekoliko hiljada letova.

Lekovi za sprečavanje zgrušavanja krvi nisu potrebni svim putnicima. Smernice Američkog udruženja za hematologiju predlažu kompresivne čarape ili preventivnu primenu niskomolekularnog heparina kod osoba sa izrazito povećanim rizikom koje putuju **duže od četiri sata**, a tu spadaju, između ostalih, osobe koje su ranije imale vensku tromboemboliju, osobe koje su nedavno operisane, oboleli od aktivnih malignih bolesti i žene u periodu posle porođaja. Aspirin se ne preporučuje rutinski zdravim putnicima radi sprečavanja tromboze tokom leta.[280]

Uslovi u putničkoj kabini i njihov uticaj na zdravlje

Tokom leta na visini od približno 10 do 12 kilometara uslovi u putničkoj kabini održavaju se sistemima za regulaciju pritiska, temperature i dovoda vazduha. Pritisak u kabini najčešće odgovara pritisku na nadmorskoj visini od približno 1 830 do 2 440 metara, što većina zdravih putnika dobro podnosi. Udeo kiseonika u vazduhu ostaje približno 21 %, ali sa smanjenjem ukupnog pritiska opada i njegov parcijalni pritisak, a time i **dostupnost kiseonika organizmu**. Na primer, na nivou mora parcijalni pritisak kiseonika u suvom vazduhu iznosi približno 160 mmHg, dok pri pritisku koji odgovara visini od 2 440 metara iznosi oko 119 mmHg.

280 *Aspirin se ne preporučuje rutinski zdravim putnicima radi sprečavanja tromboze tokom leta, jer korist za ovu namenu nije pouzdano dokazana, dok postoji rizik od krvarenja. On prvenstveno smanjuje slepljivanje krvnih pločica, zbog čega ima važnu ulogu u sprečavanju određenih arterijskih tromboza, uključujući one koje izazivaju infarkt. Kod venskih tromboza naročito je važno aktiviranje faktora zgrušavanja i stvaranje fibrina, proteina koji obrazuje mrežu u kojoj se zadržavaju krvne ćelije, a na taj proces deluju antikoagulansi, poput heparina. To ne znači da aspirin nema nikakvo dejstvo na venske tromboze, već da nije prvi izbor za njihovu prevenciju tokom putovanja. Smernice Američkog udruženja za hematologiju ipak dopuštaju njegovu primenu kao rezervnu mogućnost kod putnika sa izrazito povećanim rizikom kada kompresivne čarape ili heparin nisu izvodljiva opcija, uz prethodnu procenu lekara.*

Uticaj ovakvih uslova na organizam ispitan je u kontrolisanom istraživanju sa 502 odrasle osobe, koje su tokom 20 časova bile izložene uslovima simuliranog leta pri različitim vrednostima kabinskog pritiska. Pri pritisku koji odgovara visini od 2 440 metara zabeležen je prosečan pad zasićenosti hemoglobina kiseonikom[281] od 4,4 % u odnosu na početnu vrednost.

Kod osoba koje već imaju oslabljenu funkciju pluća ili smanjenu sposobnost krvi da prenosi kiseonik, ovakvi uslovi mogu imati izraženije posledice po zdravlje. Na primer, kod **nestabilne angine** let treba odložiti do stabilizacije stanja, dok je **posle infarkta** potrebna individualna lekarska procena bezbednosti putovanja.

Kabinski uslovi razlikuju se i među modelima aviona. Boeing 787 *Dreamliner* projektovan je tako da tokom leta održava pritisak vazduha u kabini koji odgovara nadmorskoj visini od približno 1 830 metara.

Ventilacioni sistem istovremeno dovodi spoljašnji vazduh i vraća u kabinu deo vazduha koji je prethodno prošao kroz filtere. U velikim komercijalnim avionima približno **35 do 55 % vazduha** koji se dovodi u kabinu čini **filtrirani recirkulisani vazduh**. Ukupan protok u mnogim savremenim avionima odgovara približno 20 do 30 zapremina kabine na sat, odnosno jednoj zapremini na svaka dva do tri minuta. U tu količinu ulaze i spoljašnji i filtrirani recirkulisani vazduh, pa ovaj podatak ne znači da se sav vazduh u kabini u navedenom intervalu zameni isključivo vazduhom spolja.

Vazduh se u savremenim kabinama uglavnom dovodi odozgo, a odvodi pri dnu, čime se ograničava njegovo strujanje duž trupa aviona. Ipak, to ne znači da su pojedini redovi sedišta međusobno izolovani, jer se vazduh može kretati i između njih, a kretanje putnika i članova posade dodatno doprinosi njegovom mešanju.

Važnu ulogu u prečišćavanju recirkulisanog vazduha imaju **HEPA filteri.** Prema često navođenom američkom kriterijumu, ovi filteri zadržavaju najmanje 99,97 % čestica prečnika 0,3 mikrometra (μm) iz vazduha koji kroz njih prolazi. Ta veličina nije donja granica zadržavanja, već referentna vrednost bliska području u kojem je efikasnost filtracije najniža. Veličina čestica koje najlakše prolaze kroz određeni filter označava se skraćenicom MPPS (engl. *most penetrating particle size*). Njena tačna vrednost zavisi od osobina filtera i brzine strujanja vazduha, pa ne mora iznositi tačno 0,3 μm.

281 *Hemoglobin je protein u crvenim krvnim zrncima koji prenosi kiseonik. Njegova zasićenost kiseonikom označava procenat vezivnih mesta za kiseonik koja su zauzeta.*

Ovakvo ponašanje čestica objašnjava se time što HEPA filter ne deluje kao obično sito koje propušta sve što je manje od njegovih otvora. Krupnije čestice zbog sopstvene inercije udaraju u vlakna filtera i na njima se zadržavaju, što se naziva impakcijom, ili se zadržavaju presretanjem, kada prolaze dovoljno blizu vlakna da ga dodirnu. Veoma sitne čestice, nasuprot tome, intenzivno i nepravilno menjaju pravac kretanja usled sudara sa molekulima vazduha. Zbog tog Braunovog kretanja difuzijom dospevaju do vlakana i na njima se zadržavaju, što znači da HEPA filteri efikasno zadržavaju i čestice manje od 0,3 μm, uključujući one koje nose viruse. Čestice između ova dva područja veličina najteže je izdvojiti jer nijedan od navedenih mehanizama tada nije naročito izražen.

Filtracija, međutim, deluje samo na vazduh koji je dospeo do filtera. Putnik zato može udahnuti respiratorne čestice koje oslobađa osoba u njegovoj blizini pre nego što ih ventilacija odvede iz zone disanja. Sami HEPA filteri takođe ne uklanjaju gasove poput ugljen-dioksida, ugljen-monoksida i ozona, jer su namenjeni zadržavanju čestica, a ne uklanjanju gasovitih zagađujućih materija.

U istraživanju objavljenom 1995. godine, u kojem je vazduh uzorkovan tokom 45 domaćih i međunarodnih letova, koncentracije mikroorganizama bile su niže nego na ispitivanim gradskim lokacijama. Ovaj nalaz pokazuje da zajednički boravak velikog broja ljudi u avionu ne podrazumeva nužno visoko mikrobiološko opterećenje kabinskog vazduha.

Relativna vlažnost vazduha u kabini obično iznosi približno 10 do 20 %, jer spoljašnji vazduh na visini krstarenja sadrži veoma malo vodene pare. Takvi uslovi mogu izazvati suvoću očiju, usana, nosa i usta, a posebno su neprijatni osobama koje nose kontaktna sočiva. Međutim, lokalno isušivanje sluzokože ne mora biti praćeno značajnom dehidracijom organizma. Prema proceni koju navodi britanska Uprava za civilno vazduhoplovstvo, dodatni neprimetni gubitak tečnosti tokom osmočasovnog leta iznosi približno 150 ml, pa osećaj suvih usta sam po sebi nije pouzdan pokazatelj količine tečnosti izgubljene iz organizma.

Niska relativna vlažnost ne predstavlja ni pouzdanu zaštitu od uzročnika infekcija. U laboratorijskom istraživanju sa simuliranim kašljanjem virus gripa duže je zadržavao infektivnost pri niskoj relativnoj vlažnosti, dok je pri višoj vlažnosti brže gubio sposobnost da izazove infekciju. U putničkoj kabini mogu se preneti grip, COVID-19, male boginje i druge infekcije.

Značaj ventilacije jasno pokazuje epidemija gripa opisana u istraživanju objavljenom 1979. godine. Avion sa 54 osobe ostao je na zemlji približno tri sata zbog kvara motora, a ventilacija tokom čekanja nije radila. Većina putnika ostala je u kabini, u kojoj se nalazila i obolela osoba. U naredna 72 sata simptome gripa razvilo je 72 % putnika, a učestalost obolevanja povećavala se sa vremenom

provedenim u avionu. Ovaj događaj ilustruje koliko vanredne okolnosti u kojima ventilacija ne radi mogu pogodovati prenosu infekcije, ali ne opisuje uslove tokom uobičajenog leta.

Tokom čekanja na zemlji ventilacija se može obezbediti i kada glavni motori ne rade, pomoću pomoćne pogonske jedinice aviona (APU, engl. *auxiliary power unit*) ili priključenog zemaljskog sistema za dovod vazduha. Smernice Svetske zdravstvene organizacije naglašavaju da pri zastojima dužim od 30 minuta, dok su putnici u avionu, treba obezbediti odgovarajuću ventilaciju kabine.

Prevencija infekcija tokom putovanja obuhvata redovnu higijenu ruku, pokrivanje usta i nosa pri kašljanju i kijanju, odgovarajuću vakcinaciju i pravovremeno prijavljivanje simptoma posadi. Kada putnik ima povišenu telesnu temperaturu i respiratorne tegobe, pravilno postavljena maska može smanjiti oslobađanje infektivnih čestica u okolinu. Kada je to izvodljivo, obolelog treba smestiti dalje od drugih putnika, bez ugrožavanja bezbednosti leta.

4.4. MORSKA BOLEST I DRUGE TEGOBE IZAZVANE KRETANJEM

Morska bolest je oblik **kinetoze**, odnosno bolesti kretanja, koja se može javiti i tokom vožnje automobilom, autobusom ili vozom, leta avionom, pa čak i pri korišćenju simulatora i virtuelne stvarnosti. Njeni uzroci vezani su za način na koji organizam opaža kretanje, a ne za morsku sredinu samu po sebi, pa je zato obrađena u delu koji se bavi rizicima putovanja, a ne u delu koji se bavi rizicima boravka na moru.

Morska bolest najčešće predstavlja fiziološki odgovor zdravog organizma na neuobičajeno kretanje, a ne znak oštećenja organa za ravnotežu. Ipak, mučnina, povraćanje i iscrpljenost mogu biti toliko izraženi da putnik privremeno postane nesposoban za obavljanje uobičajenih aktivnosti, pa je pri organizovanju nautičkih putovanja, krstarenja i izletničkih tura važno prepoznati osetljive putnike i omogućiti im da se pripreme pre ukrcavanja.

Najprihvaćenije objašnjenje nastanka morske bolesti jeste **nesklad između čulnih informacija o kretanju**. Mozak povezuje podatke iz organa za ravnotežu u unutrašnjem uhu, očiju i receptora u mišićima i zglobovima. U zatvorenoj brodskoj kabini unutrašnje uho registruje ljuljanje i ubrzavanje, dok oči vide zidove i predmete koji se u odnosu na putnika gotovo ne pomeraju. Organizam, dakle, istovremeno dobija poruke da se kreće i da miruje. Taj nesklad aktivira nervne puteve povezane sa mučninom, povraćanjem i promenama autonomnih funkcija, poput znojenja i pojačanog lučenja pljuvačke. Pretpostavka da se time pokreće drevni odbrambeni odgovor na trovanje predstavlja evolutivnu hipotezu koja nije pouzdano potvrđena.

Učestalost tegoba zavisi od jačine i trajanja ljuljanja, karakteristika plovila i individualne osetljivosti. U velikom terenskom istraživanju, objavljenom 1988. godine, prikupljeni su podaci o 20 029 putnika tokom 114 plovidbi na devet plovila. Povraćanje je prijavilo približno **7%** putnika, dok je **21%** navelo da se osećalo blago loše. Pritom procenti iz pojedinačnih istraživanja ne predstavljaju stalnu učestalost među svim turistima, jer se uslovi kratke trajektne vožnje i plovidbe po uzburkanom moru znatno razlikuju.

Osetljivost je najveća u detinjstvu, naročito između sedme i dvanaeste godine, dok su tegobe kod dece mlađe od dve godine neuobičajene. Žene su u proseku osetljivije od muškaraca, a sklonost tegobama može se menjati tokom menstrualnog ciklusa i trudnoće. Osetljivije su i osobe sa migrenom ili pojedinim poremećajima ravnoteže. Pri dovoljno snažnom i dugotrajnom ljuljanju, međutim, morska bolest može pogoditi gotovo svakoga, uključujući iskusne pomorce.

Prvi znaci često su učestalo zevanje, pospanost, gubitak apetita, bledilo, hladan znoj i nelagodnost u želucu. Zatim se mogu javiti pojačano lučenje pljuvačke, vrtoglavica, intenzivna mučnina i povraćanje. Pospanost, izražena bezvoljnost i slabija koncentracija ponekad nastupaju i bez izražene mučnine, pa putnik može delovati samo umorno ili nezainteresovano. To je posebno važno kod članova posade i učesnika aktivnosti koje zahtevaju pažnju i brze reakcije.

Kod mnogih putnika tegobe slabe tokom prvih nekoliko dana plovidbe, kako se nervni sistem prilagođava ponavljanom ljuljanju. Ovaj proces naziva se habituacija i objašnjava poznati izraz „dobiti morske noge". Prilagođavanje, međutim ne ide jednako brzo ni potpuno kod svih, a promena jačine talasa ili prelazak na drugačije plovilo može ponovo izazvati simptome. Kod osoba koje često plove postepeno i ponavljano izlaganje kretanju može pružiti dugotrajniju zaštitu od povremenog uzimanja leka.

Prevencija morske bolesti počinje izborom položaja na brodu. Osoba sklona morskoj bolesti treba da bira deo plovila u kojem su pomeranja manja, najčešće bliže sredini i na nižim palubama. Poželjno je i mesto sa kojeg se vidi horizont, jer takav pogled pomaže da se informacije iz očiju usklade sa osećajem kretanja. Čitanje i gledanje u telefon obično pojačavaju nesklad, jer zadržavaju pogled na bliskom, prividno nepomičnom predmetu. Ako horizont nije vidljiv, nekim putnicima pomažu zatvaranje očiju, oslanjanje glave i ležeći položaj kojim se smanjuje njeno pomeranje.

Pre polaska korisno je naspavati se i izbegavati alkohol i obilne obroke. Tokom plovidbe bolje se podnose manji obroci i unos tečnosti u manjim količinama, prema individualnoj podnošljivosti. Svež vazduh i udaljavanje od mirisa goriva, kuhinje i duvanskog dima mogu ublažiti nelagodnost. Nema dovoljno dokaza da posebna dijeta ili isključivanje pojedinih namirnica iz ishrane pouzdano sprečavaju morsku bolest.

Od lekova se najčešće koriste **antihistaminici prve generacije i antiholinergici**,[282] koji utiču na prenos signala u nervnim putevima povezanim sa ravnotežom i povraćanjem. Pojedini antiholinergici dostupni su i u obliku flastera sa produženim oslobađanjem leka. Lekovi najbolje deluju kada se primene dovoljno rano, pre početka plovidbe, a kada mučnina već nastupi, pražnjenje želuca može se usporiti, pa se lek uzet oralno slabije apsorbuje. Važno je znati da nisu svi lekovi protiv povraćanja delotvorni protiv morske bolesti. Za ovu namenu nisu delotvorni ni noviji antihistaminici koji se koriste kod alergija i uglavnom ne izazivaju pospanost.

Korist antihistaminika potvrđena je i u pregledu iz 2022. godine. U tri studije sa ukupno 240 učesnika, simptomi morske bolesti su izostali kod približno **40%** osoba koje su dobile antihistaminik i 25% onih koje su dobile placebo, što znači da zaštita nije potpuna. Takođe, pospanost i usporene reakcije predstavljaju važan nedostatak, naročito za osobe koje upravljaju plovilom ili planiraju ronjenje, a antiholinergici mogu izazvati i suvoću usta, zamagljen vid i otežano mokrenje. Izbor preparata za decu, trudnice i osobe sa hroničnim bolestima zahteva savet lekara ili farmaceuta.

Đumbir i akupresurne narukvice[283] često se nude kao jednostavnija rešenja, ali rezultati istraživanja nisu ujednačeni. U kontrolisanom ispitivanju sa 80 pomorskih kadeta, primena jednog grama đumbira u prahu smanjila je povraćanje i preznojavanje u poređenju sa placebom, dok razlike u mučnini i vrtoglavici nisu bile statistički značajne. Druga ispitivanja nisu potvrdila prednost đumbira. Slično tome, u istraživanju sa 77 učesnika akupresurne i elektrostimulacione narukvice nisu sprečile nastanak bolesti kretanja, čak ni kada su pravilno korišćene, zbog čega ove proizvode ne treba predstavljati kao pouzdanu zamenu za mere čija je delotvornost potvrđena.

Među novijim pomagalima ističu se **naočare sa obručima ispunjenim tečnošću**, osmišljene tako da u perifernom vidnom polju stvaraju veštački horizont. Međutim, u malom istraživanju objavljenom 2026. godine, koje je obuhvatilo 29 učesnika uključenih u završnu analizu, ove naočare nisu ublažile simptome u simulatoru više od istovetnih naočara bez tečnosti. U specijalizovanim programima primenjuju se i ispituju postupci postepenog privikavanja na vizuelne i vestibularne stimuluse.[284] Takav trening ima drugačiju svrhu od običnog korišćenja virtuelne stvarnosti, koja i sama može izazvati mučninu.

282 *Antihistaminici prve generacije i antiholinergici su grupe lekova koje deluju na različite sisteme prenosa nervnih signala. Antihistaminici prve generacije blokiraju H1 receptore za histamin i prolaze u mozak, zbog čega mogu izazvati pospanost. Antiholinergici koji se koriste protiv kinetoze blokiraju određene receptore za acetilholin, supstancu koja učestvuje u prenosu nervnih signala.*

283 *Akupresurne narukvice su narukvice sa ispupčenjem koje pritiska određenu tačku na unutrašnjoj strani podlaktice, blizu ručnog zgloba. Elektrostimulacione narukvice umesto pritiska koriste slabe električne impulse.*

284 *Vestibularni stimulusi su nadražaji organa za ravnotežu u unutrašnjem uhu, koji registruje ubrzavanje, okretanje i promenu položaja glave u odnosu na silu teže.*

Po iskrcavanju se ponekad javlja osećaj da se telo i dalje ljulja, iako osoba stoji ili sedi na čvrstom tlu. Na primer, putnik nakon višednevne plovidbe može u hotelskoj sobi osećati njihanje slično onom na brodu. Takav kratkotrajan doživljaj obično prolazi spontano. Ako osećaj ljuljanja traje duže od 48 sati, potrebno je razmotriti mogućnost sindroma *mal de débarquement*, čiji naziv na francuskom znači **bolest iskrcavanja**. Za ovaj sindrom je karakteristično da se tegobe javljaju nakon prestanka kretanja, a mogu se privremeno ublažiti tokom ponovne vožnje, na primer automobilom. Po zaustavljanju se osećaj ljuljanja vraća. Dakle, kod morske bolesti tegobe izaziva kretanje broda, dok kod ovog sindroma osećaj kretanja traje i kada se putovanje završi. Kod pojedinih osoba simptomi mogu potrajati mesecima ili duže i zahtevaju specijalističku procenu.

Za organizatore turističkih putovanja najvažnije je da putnike unapred obaveste o očekivanim uslovima plovidbe i mogućnostima prevencije. Na plovilu treba obezbediti kese za povraćanje, vodu, bezbedno mesto za odmor i prisustvo osobe osposobljene za pružanje prve pomoći.

4.5. DEKOMPRESIONA ILI RONILAČKA BOLEST

Dekompresiona bolest, poznata i kao ronilačka bolest, nastaje usled delovanja mehurića inertnog gasa koji se izdvajaju u tkivima i krvi pri smanjenju spoljašnjeg pritiska. Tokom ronjenja sa aparatom za disanje, povećani pritisak omogućava rastvaranje većih količina azota iz udahnutog vazduha u organizmu. Na svakih približno 10 metara dubine u morskoj vodi pritisak raste za oko jednu atmosferu, pa ukupni pritisak na 10 metara iznosi približno dve, a na **20 metara tri atmosfere**. Prema Henrijevom zakonu, pri istoj temperaturi količina rastvorenog gasa raste sa njegovim parcijalnim pritiskom, dok dubina i trajanje zarona određuju koliko će se azota nakupiti u tkivima. Tokom izranjanja azot prelazi iz tkiva u krv, dospeva do pluća i izdiše se. Ako pritisak opada brže nego što se višak azota može ukloniti iz organizma, nastaju mehurići koji mogu izazvati bolest, pa i smrt.

Mehurići mogu ometati protok krvi, oštetiti unutrašnji sloj krvnih sudova i pokrenuti zapaljenski odgovor praćen aktivacijom leukocita i povećanom propustljivošću krvnih sudova, što dovodi do prelaska tečnosti u okolna tkiva, pojave otoka i dodatnog poremećaja cirkulacije. Tkiva se slabije snabdevaju kiseonikom, a pri napredovanju bolesti mogu nastati **nepovratna oštećenja**. Ipak, prisustvo mehurića ne znači da će se bolest nužno ispoljiti, jer njena pojava zavisi i od mesta njihovog nastanka i individualnog odgovora organizma.

Ako tokom izranjanja gas koji se širi ne može nesmetano da napusti pluća, na primer zbog zadržavanja daha ili zapreke u disajnim putevima, može oštetiti plućno tkivo i preko plućnih vena dospeti u levu stranu srca, a zatim u arterije, uključujući one koje snabdevaju mozak. Posledice mogu biti nagli poremećaj svesti, gubitak kontrole pokreta i utapanje. Azotna narkoza, nasuprot tome, nastaje zbog narkotičnog dejstva azota pod povišenim pritiskom tokom boravka na dubini i može izazvati euforiju, zbunjenost i smanjenu sposobnost procene.

Rizik od dekompresione bolesti prvenstveno zavisi od dubine i trajanja zarona, brzine izranjanja i razmaka između ponovljenih zarona. Veliki fizički napor pod vodom i hlađenje organizma tokom dekompresije mogu dodatno povećati rizik. Individualna osetljivost takođe varira, pa prethodna epizoda bolesti, naročito posle naizgled pravilno izvedenog zarona, zahteva procenu lekara obučenog za ronilačku medicinu. Određene srčane anomalije, poput nezatvorenog ovalnog otvora[285] između pretkomora, mogu omogućiti prelazak mehurića u arterijsku cirkulaciju. Dobra fizička spremnost, odmor i odgovarajući unos tečnosti važni su za bezbedno ronjenje, ali ne opravdavaju prekoračenje planiranih granica zarona.

Prevencija ronilačke bolesti obuhvata obuku, planiranje zarona uz pomoć ronilačkih tablica ili računara, kontrolisano izranjanje sa predviđenim zastancima i poštovanje potrebnih vremenskih razmaka između zarona. Ronjenje u paru, praćenje preostale količine gasa i pažljivo planiranje putanje zarona smanjuju mogućnost paničnog izranjanja. Kratka uvodna obuka u turističkom centru namenjena je upoznavanju sa ronjenjem pod neposrednim nadzorom instruktora i ne zamenjuje obuku potrebnu za samostalno ronjenje. Nitroks, mešavina sa povećanim udelom kiseonika i smanjenim udelom azota, smanjuje unos azota pri istom profilu zarona, ali zahteva posebnu obuku i ograničavanje dubine zbog mogućeg toksičnog dejstva kiseonika. Ako se uz nitroks produžava boravak pod vodom, prednost manjeg azotnog opterećenja može se izgubiti.

Pre ronjenja treba proceniti postojeće bolesti i terapiju, posebno stanja koja mogu izazvati gubitak svesti ili otežati disanje i podnošenje napora. Ronjenje sa aparatom za disanje kontraindikovano je tokom trudnoće zbog mogućeg štetnog delovanja mehurića na cirkulaciju ploda i posteljice. Međutim, zaron pre saznanja o trudnoći sam po sebi ne predstavlja medicinsku indikaciju za njen prekid. Ovo ograničenje ne odnosi se na plivanje na površini uz masku i disaljku.

Tegobe se najčešće javljaju tokom prvih nekoliko sati posle izranjanja, obično u periodu **od 15 minuta do 12 sati**, mada mogu početi odmah ili se pojaviti kasnije, naročito posle leta avionom. Mogući simptomi su bolovi u zglobovima i

285 *Ovalni otvor predstavlja normalnu vezu između srčanih pretkomora tokom razvoja ploda. Ako se posle rođenja ne zatvori potpuno, govori se o perzistentnom foramenu ovale. Pod određenim uslovima kroz njega mogu preći mehurići iz venske u arterijsku krv, zaobilazeći plućnu cirkulaciju.*

mišićima, neuobičajen umor, svrab, mramoraste promene kože, trnjenje, slabost, vrtoglavica i poremećaj ravnoteže. Otežano disanje, nemogućnost mokrenja, paraliza i poremećaj svesti ukazuju na težak oblik bolesti. Treba imati u vidu da tegobe koje su u početku blage mogu postati izraženije.

Prepoznavanje bolesti može biti otežano ako se simptomi pripišu zamoru ili neželjenim dejstvima lekova. Meflokin, koji se upotrebljava za prevenciju malarije, može izazvati vrtoglavicu, glavobolju, mučninu i neurološke tegobe slične simptomima dekompresione bolesti. Dijagnoza se zasniva prvenstveno na simptomima, pregledu i podacima o dubini, trajanju i redosledu zarona, brzini izranjanja i vremenu pojave tegoba. Takođe, važno je naglasiti da se bolest može javiti i kod ronilaca koji se pridržavaju pravila ronjenja.

Putovanje avionom ubrzo posle ronjenja dodatno smanjuje pritisak kojem je organizam izložen, dok se azot još uklanja iz tkiva. Pritisak u putničkoj kabini najčešće odgovara pritisku na nadmorskoj visini od približno 1 830 do 2 440 metara. Za ronioce bez simptoma preporučuje se najmanje 12 sati od završetka jednog zarona bez obaveznih dekompresionih zastanaka do poletanja, najmanje 18 sati posle više zarona ili ronjenja tokom više dana, a od 24 do 48 sati nakon zarona koji je zahtevao obavezne dekompresione zastanke. Navedene pauze smanjuju rizik, ali ga ne uklanjaju u potpunosti, a osoba sa simptomima koji upućuju na dekompresionu bolest mora biti pregledana pre leta, bez obzira na vreme proteklo od poslednjeg izranjanja. Sličan oprez potreban je i pri odlasku na veću nadmorsku visinu kopnenim putem.

Pri sumnji na dekompresionu bolest treba prekinuti ronjenje, pozvati hitnu medicinsku pomoć i što ranije započeti davanje kiseonika u najvećoj dostupnoj koncentraciji, po mogućnosti 100 %, uz odgovarajuću opremu i obučeno osoblje. Poboljšanje nakon udisanja kiseonika ne otklanja potrebu za lekarskim pregledom, jer se tegobe mogu ponovo javiti. Ne treba pokušavati lečenje ponovnim zaranjanjem. Podatke sa ronilačkog računara i vreme pojave simptoma treba sačuvati za medicinski tim, bez odlaganja pomoći.

Osnovni postupak lečenja jeste rekompresija uz udisanje kiseonika u hiperbaričnoj komori, gde povećani pritisak smanjuje zapreminu mehurića, a kiseonik pospešuje uklanjanje inertnog gasa i poboljšava snabdevanje ugroženih tkiva. Odlaganje zbrinjavanja povećava mogućnost trajnih posledica, naročito oštećenja nervnog sistema.

Organizatori ronjenja treba unapred da obezbede opremu za prvu pomoć i dovoljnu zalihu kiseonika, pouzdanu komunikaciju i plan medicinske evakuacije. Dostupnost ustanove koja zbrinjava ronilačke povrede mora biti proverena pre odlaska na udaljenu lokaciju. S druge strane, putnik treba da proveri i da li osiguranje pokriva ronilačke nezgode, hiperbarično lečenje i medicinski transport.

4.6. PUTNIČKA DIJAREJA KAO ZDRAVSTVENI PROBLEM TOKOM I NAKON PUTOVANJA

Gastrointestinalne tegobe spadaju među najčešće zdravstvene probleme tokom putovanja, naročito međunarodnih, i mogu značajno poremetiti planirane aktivnosti, posebno kada se jave tokom kratkog turističkog boravka, organizovane ture ili putovanja sa unapred utvrđenim programom. Među njima posebno mesto zauzima putnička dijareja, čiji se simptomi najčešće javljaju tokom boravka na destinaciji, ali se mogu pojaviti ili potrajati i nakon povratka.

POJAM I DEFINICIJA PUTNIČKE DIJAREJE

Sam pojam putnička dijareja ne označava jednu određenu bolest niti jednu infekciju, već **sindrom koji može biti izazvan različitim mikroorganizmima**. Najčešće je posledica infekcije stečene unošenjem kontaminirane hrane ili vode, mada kod pojedinih uzročnika značaj mogu imati i direktan kontakt sa obolelom osobom ili kontakt sa kontaminiranim površinama.

Prema klasičnoj kliničkoj definiciji, putnička dijareja podrazumeva pojavu **najmanje tri neformirane stolice tokom 24 sata**, uz najmanje još jedan gastrointestinalni simptom, kao što su grčevi ili bol u stomaku, mučnina, povraćanje ili hitna potreba za pražnjenjem creva, a mogu se javiti i povišena telesna temperatura, malaksalost ili krv i sluz u stolici.

Promena ishrane, drugačiji ritam obroka, veća količina začina, masnija hrana ili alkohol mogu tokom putovanja izazvati prolazne stomačne tegobe. Takve tegobe, međutim, ne treba automatski poistovećivati sa putničkom dijarejom, **koja je najčešće infektivnog porekla**. Zato objašnjenje da se „stomak samo privikava na novu hranu" ne mora odgovarati stvarnom uzroku bolesti.

UČESTALOST I GEOGRAFSKE RAZLIKE

Učestalost putničke dijareje značajno se razlikuje u zavisnosti od destinacije, perioda godine i karakteristika putnika. U epidemiološkim istraživanjima najčešće se navodi da tokom putovanja oboleva približno **20-60%** putnika, naročito pri boravku u zemljama sa niskim i srednjim prihodima, dok pojedini klinički pregledi navode nešto niže procene. Prema podacima američkih Centara za kontrolu i prevenciju bolesti (CDC), tokom dvonedeljnog boravka u područjima povećanog rizika putničku dijareju može razviti približno **30-70%** putnika.

Izražene razlike postoje i između geografskih područja. U jednom prospektivnom istraživanju[286] najmanje jednu epizodu dijareje razvilo je 62% putnika koji su boravili u južnoj i delu zapadne Azije, uključujući indijski potkontinent, 56% onih koji su putovali u severnu, zapadnu i centralnu Afriku, 55% putnika u Centralnu Ameriku i na Karibe, 47% putnika u Jugoistočnu i Istočnu Aziju i 46% onih koji su boravili u južnoj i istočnoj Africi. Razlike između navedenih procena nisu neočekivane, jer istraživanja obuhvataju različite destinacije, sezone, dužinu boravka, načine putovanja i populacije.

Rizik nije osobina same države ili regiona, već rezultat kombinacije lokalne sanitarne infrastrukture, kvaliteta vode, načina pripreme i čuvanja hrane, sezone, trajanja boravka i ponašanja putnika. Čak i na istoj destinaciji rizik se može razlikovati između osobe koja nekoliko dana boravi u hotelu i osobe koja tokom više nedelja putuje sa rancem i hranu nabavlja iz različitih izvora.

Procene učestalosti treba tumačiti i u odnosu na način na koji su podaci prikupljeni. Putnici sa blažim simptomima često ne traže medicinsku pomoć, pa se rezultati prospektivnih istraživanja, anketa nakon povratka i zdravstvenih evidencija mogu razlikovati. **Bez obzira na razlike u procenama učestalosti, putnička dijareja ima poseban značaj za turizam, jer čak i kratkotrajna bolest može poremetiti značajan deo godišnjeg odmora, organizovane ture ili poslovnog putovanja.**

VREME POJAVE I TRAJANJE BOLESTI

Većina epizoda putničke dijareje počinje **tokom prve nedelje putovanja**. U pojedinim istraživanjima najveći broj novih slučajeva zabeležen je već **drugog ili trećeg dana** nakon dolaska na destinaciju. Rana pojava simptoma odražava činjenicu da izlaganje potencijalnim izvorima infekcije počinje praktično od prvog dana boravka.

Bolest se kod većine obolelih spontano povlači za nekoliko dana. U kliničkim pregledima najčešće se navodi trajanje od jednog do sedam dana. Ipak, kod približno 10% obolelih tegobe traju duže od nedelju dana, dok se u različitim istraživanjima procenjuje da **kod oko 5-10% putnika dijareja traje dve nedelje ili duže**. U tim situacijama bolest više nije samo događaj tokom putovanja, već se može nastaviti nakon povratka kući i zahteva dodatno ispitivanje uzroka.

286 *Prospektivno istraživanje je istraživanje koje prati ispitanike unapred, tokom vremena, i beleži događaje koji se u tom periodu javljaju.*

Dužina i težina bolesti imaju drugačije praktično značenje kod turista nego u svakodnevnom životu kod kuće. Dva dana tegoba tokom dvonedeljnog odmora nisu isto što i dva dana bolesti tokom vikend-putovanja ili trodnevnog obilaska nekog grada. Učestala potreba za odlaskom u toalet, grčevi, mučnina i malaksalost mogu znatno otežati ili onemogućiti višesatni transfer, let, autobusku turu ili obilazak znamenitosti, naročito kada su mogućnost odmora i pristup toaletu ograničeni.

Prema procenama navedenim u literaturi, među putnicima koji razviju dijareju **do četvrtine** menja svoje planirane aktivnosti, približno 15% provede deo bolesti u postelji, **dok oko 1%** zahteva hospitalizaciju. Kada do ograničenja aktivnosti dođe, ono najčešće traje jedan do dva dana. Naizgled mali broj izgubljenih dana može zato predstavljati značajan deo kratkog turističkog boravka.

Putnička dijareja ima i širi značaj od neposredne nelagodnosti obolele osobe. Promena programa jednog člana porodice može promeniti planove svih ostalih, dok bolest jednog ili više članova organizovane turističke grupe može zahtevati prilagođavanje izleta, transfera ili rasporeda putovanja.

FUNKCIONALNA PROCENA TEŽINE PUTNIČKE DIJAREJE

Starije klasifikacije težine putničke dijareje u velikoj meri su se oslanjale na broj neformiranih stolica tokom 24 sata. Savremeniji pristup, koji je predložila ekspertska grupa Međunarodnog društva za medicinu putovanja, polazi od **funkcionalnog uticaja bolesti**, odnosno od toga koliko simptomi ometaju osobu u obavljanju planiranih aktivnosti.

Blaga putnička dijareja je podnošljiva, ne izaziva izraženu nelagodnost i ne ometa planirane aktivnosti. Turista može osećati određene tegobe, ali je u stanju da nastavi program putovanja.

Umerena putnička dijareja izaziva izraženiju nelagodnost ili ometa planirane aktivnosti. Putnik može odustati od izleta, skratiti obilazak, ostati u smeštaju ili promeniti deo programa.

Teška putnička dijareja onesposobljava osobu ili potpuno sprečava nastavak planiranih aktivnosti. Posebnu kategoriju predstavlja **dizenterija**,[287] koju karakteriše prisustvo jasno vidljive krvi u stolici i koja se, bez obzira na stepen ometanja aktivnosti, smatra teškim oblikom putničke dijareje.

Nezavisno od funkcionalne težine, prema trajanju se posebno izdvaja **perzistentna dijareja**, koja traje dve nedelje ili duže i zahteva dodatnu medicinsku procenu mogućeg uzroka.

287 *Dizenterija – klinički sindrom koji se karakteriše dijarejom sa vidljivom krvlju u stolici, najčešće usled invazivne infekcije crevne sluzokože; može biti izazvana različitim bakterijama ili protozoama.*

Ovakva klasifikacija posebno je korisna u turizmu jer isti broj stolica ne mora imati isti praktičan značaj u svakoj situaciji. Zbog toga se težina bolesti ne može svesti samo na broj pražnjenja creva, već mora da se procenjuje i prema njenom uticaju na funkcionisanje putnika.

UZROČNICI, PUTEVI PRENOSA I PERIOD INKUBACIJE PUTNIČKE DIJAREJE

Među identifikovanim uzročnicima akutne putničke dijareje najzastupljenije su bakterije, pre svega određeni patogeni sojevi bakterije *Escherichia coli*, bakterije roda *Campylobacter*, netifusne salmonele i šigele. Njihova zastupljenost zavisi od geografskog područja, godišnjeg doba i lokalnih epidemija, pri čemu patogeni sojevi *E. coli* imaju naročit značaj na mnogim destinacijama u Africi i Latinskoj Americi, dok su u Jugoistočnoj Aziji posebno zastupljene bakterije roda *Campylobacter*. Od virusnih uzročnika izdvajaju se norovirus i rotavirus, a protozoe, poput onih iz roda *Giardia*, mogu izazvati akutnu bolest, ali su posebno značajne kod dijareje koja traje duže od dve nedelje. **Kod pojedinih obolelih istovremeno se otkriva više uzročnika, što dodatno otežava utvrđivanje njihovog pojedinačnog doprinosa tegobama**. Većina uzročnika putničke dijareje prenosi se **fekalno-oralnim putem**, najčešće preko **kontaminirane hrane i vode**, dok se pojedini mikroorganizmi mogu širiti i neposrednim kontaktom sa obolelom osobom ili preko kontaminiranih predmeta i površina.

Bakterije

Među bakterijskim uzročnicima posebno mesto zauzimaju enterotoksigeni sojevi ***Escherichia coli*** **(ETEC)**. Oni proizvode enterotoksine, odnosno toksine koji deluju na creva i remete transport vode i elektrolita kroz crevnu sluznicu. Posledica je pojačano izlučivanje vode i elektrolita u crevni sadržaj, što dovodi do obilne vodenaste dijareje, često praćene grčevima. Nije, dakle, reč samo o tome da sadržaj brže prolazi kroz creva, već i o povećanoj količini tečnosti koja dospeva u njihov lumen. Pored ETEC, značajan uzročnik putničke dijareje može biti i enteroagregativna ***Escherichia coli*** **(EAEC)**, čija se zastupljenost razlikuje između geografskih područja. Posebnu pažnju zahtevaju i sojevi ***Escherichia coli*** koji proizvode šiga toksin (STEC), među kojima je najpoznatiji serotip[288] *E. coli* O157:H7. Klinička slika može obuhvatiti izražene bolove u stomaku i krvavu dijareju, dok se kod manjeg broja obolelih može razviti **hemolitičko-uremijski sindrom**, ozbiljna komplikacija **koja može dovesti do razaranja crvenih krvnih zrnaca, smanjenja broja trombocita i oštećenja bubrega**.

288 *Serotip je određeni tip unutar iste vrste mikroorganizma koji se razlikuje prema osobinama svoje površine, odnosno antigenima.*

Nasuprot sekretornoj dijareji povezanoj sa ETEC, infekcije bakterijama iz rodova *Shigella, Campylobacter* i *Salmonella* mogu izazvati izraženije zapaljenje i oštećenje crevne sluznice, uz povišenu telesnu temperaturu i pojavu sluzi ili krvi u stolici. Od značaja je i *Vibrio parahaemolyticus*, čije se infekcije naročito povezuju sa sirovom ili nedovoljno termički obrađenom hranom morskog porekla, posebno školjkama.

Virusni uzročnici

Od virusnih uzročnika izdvajaju se norovirus i rotavirus.

Norovirus ima poseban značaj u hotelima, odmarališta sa uslugom *all-inclusive* i na kruzerima, gde su opisane epidemije gastroenteritisa. **Za nastanak infekcije može biti dovoljno oko 20 virusnih čestica**, dok mogućnost opstanka virusa u okolini i prenosa preko kontaminiranih predmeta i površina pogoduje širenju među gostima. Uz kontaminiranu hranu i vodu, izvor infekcije mogu biti i druge zaražene osobe, pa pojava bolesti kod većeg broja putnika ne mora biti povezana isključivo sa zajedničkim obrokom. Tipičnu kliničku sliku čine povraćanje, vodenasta dijareja i grčevi, a **simptomi najčešće traju jedan do četiri dana**.

Rotavirus se takođe prenosi fekalno-oralnim putem i **posebno je značajan kod dece**, kod koje dijareja i povraćanje mogu brže dovesti do dehidratacije. Može se javiti i kod odraslih putnika.

Protozoalni uzročnici

Među parazitskim uzročnicima putničke dijareje posebno su značajne protozoe. One ređe izazivaju akutnu putničku dijareju nego bakterije, ali **njihov značaj raste sa produžavanjem trajanja bolesti**. Među važnijim uzročnicima nalaze se *Giardia duodenalis, Entamoeba histolytica, Cyclospora cayetanensis* i *Cryptosporidium* spp. Kod dijareje koja traje dve nedelje ili duže verovatnoća protozoalne etiologije postaje veća.

Giardia može izazvati akutnu bolest, ali je posebno značajna kod produženih tegoba, koje mogu uključivati dijareju, nadimanje i druge gastrointestinalne simptome. Izlaganje je često povezano sa kontaminiranom vodom, dok se *Cryptosporidium* može preneti i vodom za kupanje i rekreaciju, uključujući bazene i prirodna kupališta. Zbog toga su ovi uzročnici posebno značajni kod kampovanja, pešačkih i avanturističkih putovanja, *backpacking*[289] putovanja i boravka u područjima u kojima se koristi voda iz nekontrolisanih izvora.

289 *Backpacking označava samostalno, najčešće niskobudžetno putovanje sa rancem, uz češće menjanje mesta boravka i korišćenje jednostavnijih oblika smeštaja i prevoza.*

Klinička slika može usmeriti procenu mogućeg uzročnika, ali **samo na osnovu simptoma nije moguće pouzdano utvrditi etiologiju bolesti**. Obilna vodenasta dijareja češća je kod ETEC infekcije, dok krvava dijareja i izraženiji grčevi mogu pratiti infekcije bakterijama *Campylobacter* i *Shigella*. Procena mogućeg uzročnika zato zahteva povezivanje simptoma sa destinacijom, vremenom njihovog nastanka i mogućim izlaganjima tokom putovanja.

Period inkubacije predstavlja vreme od izlaganja uzročniku do pojave prvih simptoma. Kod pojedinih infekcija može trajati svega nekoliko sati, kod drugih nekoliko dana, dok kod nekih protozoalnih infekcija može biti i duži.

U tabeli 1 prikazani su odabrani uzročnici, izlaganja sa kojima se najčešće povezuju i periodi inkubacije.

Tabela 1. Odabrani uzročnici putničke dijareje, najčešća izlaganja i periodi inkubacije

Uzročnik	Najčešća izlaganja	Period inkubacije
Enterotoksigeni sojevi *Escherichia coli*	Kontaminirana hrana ili voda	1 do 3 dana
Campylobacter jejuni	Nedovoljno termički obrađeno živinsko meso, nepasterizovano mleko, kontaminirana voda	Najčešće 2 do 5 dana
Netifusne bakterije roda *Salmonella*	Kontaminirana jaja, živinsko meso, mleko, sirovo voće i povrće	6 sati do 6 dana
***Shigella* spp.**	Kontaminirana hrana i voda; prenos između ljudi preko kontaminiranih ruku i predmeta	Najčešće 24 do 48 sati
Sojevi *Escherichia coli* koji proizvode šiga toksin	Nedovoljno termički obrađena govedina, nepasterizovano mleko, kontaminirana voda i biljne namirnice	1 do 10 dana, najčešće 3 do 4 dana
Vibrio parahaemolyticus	Sirova ili nedovoljno termički obrađena hrana morskog porekla, naročito školjke	2 do 48 sati
Norovirus	Kontaminirana hrana, uključujući školjke, i voda; kontakt sa zaraženim osobama i kontaminiranim površinama	12 do 48 sati
Rotavirus	Kontakt sa zaraženim osobama; prenos preko kontaminiranih ruku, predmeta, površina i hrane	24 do 72 sata
Giardia duodenalis	Kontaminirana voda za piće ili rekreaciju; hrana i ruke kontaminirane fekalnim materijalom	Najčešće 1 do 2 nedelje

Izvor: prilagođeno prema knjizi *The Travel and Tropical Medicine Manual*, 5. izdanje, 2017, tabela 31.2, str. 418 do 419, uz dopune podataka o inkubaciji i najčešćim izlaganjima prema podacima američkih Centara za kontrolu i prevenciju bolesti (CDC). Navedeni periodi inkubacije su okvirni.

Poslednji obrok, dakle, nije nužno i izvor infekcije. To što su se tegobe pojavile neposredno nakon ručka ne dokazuje da je upravo taj ručak bio njihov izvor, jer je od prethodnog izlaganja uzročniku do pojave simptoma moglo proći nekoliko sati ili dana. Pri utvrđivanju mogućeg izvora obolevanja treba uzeti u obzir i ranije obroke, izvore vode koje je putnik koristio i kontakte sa drugim obolelim osobama, a vreme pojave simptoma uporediti sa očekivanim periodom inkubacije pojedinih uzročnika.

Ovo je posebno važno u turizmu jer putnik tokom jednog dana može doručkovati u hotelu, ručati u restoranu, kupiti hranu na ulici i večerati u drugom objektu. Ako se simptomi pojave uveče, intuitivno povezivanje bolesti sa poslednjim obrokom može dovesti do pogrešnog zaključka o mogućem izvoru infekcije. Kod organizovane turističke grupe dodatno je važno utvrditi šta je obolelim osobama bilo zajedničko - isti obrok, izvor vode, izlet ili kontakt sa drugim obolelim putnicima.

Simptomi gastrointestinalne infekcije ne moraju početi tokom samog boravka na destinaciji. Zbog različitog trajanja perioda inkubacije, **prve tegobe mogu se javiti tek nakon povratka kući**, iako je do izlaganja uzročniku došlo tokom putovanja. Podatak o nedavnom putovanju zato je značajan čak i kada se simptomi pojavljuju tek nakon povratka. Pri proceni mogućeg izvora infekcije potrebno je uzeti u obzir destinaciju, korišćene izvore hrane i vode, vrstu smeštaja i aktivnosti tokom boravka, naročito kod uzročnika sa dužim periodom inkubacije i protozoalnih infekcija.

FAKTORI RIZIKA I OSETLJIVOST PUTNIKA

Rizik od putničke dijareje zavisi od izloženosti uzročnicima i osetljivosti organizma, a među najvažnijim odrednicama izdvajaju se **destinacija, trajanje boravka, način putovanja i uslovi pripreme hrane i pića**. Procena rizika zato ne može da se zasniva samo na podatku u koju zemlju turista putuje, jer se izloženost može razlikovati u zavisnosti od smeštaja, načina ishrane, trajanja boravka, aktivnosti i zdravstvenog stanja putnika.

Destinacija, trajanje i način putovanja

Geografske razlike odražavaju, između ostalog, kvalitet vodosnabdevanja i sanitarne infrastrukture, kao i higijenske uslove pripreme i posluživanja hrane, dok duži boravak povećava ukupnu mogućnost izlaganja crevnim patogenima. Među grupama sa povećanom izloženošću navode se i putnici koji posećuju rođake i prijatelje, naročito kada duže borave na destinaciji i u većoj meri dele

svakodnevne uslove života lokalnog stanovništva. Povećana izloženost može postojati i kod kampovanja, planinarenja i drugih oblika avanturističkog putovanja, posebno u područjima sa ograničenim pristupom zdravstveno ispravnoj vodi i odgovarajućim sanitarnim uslovima. **Regionalne kategorije rizika treba posmatrati kao epidemiološke orijentire, jer i u okviru iste destinacije mogu postojati značajne razlike u sanitarnim uslovima, načinu smeštaja i mogućnostima izlaganja**.

Način putovanja može biti važan i kada je destinacija ista. U jednom prospektivnom istraživanju među putnicima u Indiji, dijareju je prijavilo **62%** ispitanika iz grupe od 21 putnika na *backpacking* putovanju, naspram **30%** iz grupe od 71 putnika sa srednjim ili višim standardom putovanja. Ovaj nalaz ukazuje na značaj ukupnih uslova putovanja, ali ne dokazuje da sama cena aranžmana ili kategorija smeštaja štite od bolesti. Razlike verovatnije odražavaju obrasce izlaganja: turista koji boravi u jednom hotelskom kompleksu koristi ograničeniji broj izvora hrane i vode od putnika koji često menja destinacije, kampuje ili učestvuje u avanturističkim putovanjima.

Na rizik može uticati i **sezona**, jer visoke spoljne temperature i veliko opterećenje ugostiteljskih kapaciteta mogu povećati mogućnost propusta u čuvanju i rukovanju hranom, mada sezonski obrasci nisu jednaki za sve uzročnike i destinacije.

Ponašanje putnika i percepcija rizika

Izloženost tokom putovanja ne zavisi samo od uslova koje putnik zatiče na destinaciji već i od odluka koje svakodnevno donosi. Izbor mesta na kojem će jesti, vrste hrane, vode i pića, spremnost da proba nepoznata jela, način čuvanja hrane koju nosi sa sobom i pridržavanje higijenskih preporuka mogu menjati mogućnost kontakta sa uzročnicima.

Pri tome treba razlikovati **stvarni zdravstveni rizik od subjektivne percepcije rizika**. Turista ne raspolaže podacima o stvarnoj mikrobiološkoj bezbednosti hrane koju bira, pa procenu često zasniva na vidljivim karakteristikama objekta, prethodnom iskustvu i drugim neposredno dostupnim informacijama. Takvi pokazatelji mogu uticati na poverenje u hranu, ali ne predstavljaju dokaz njene bezbednosti.

Percepcija rizika povezanog sa hranom menja se i sa turističkim i kulturnim kontekstom. U istraživanju koje je obuhvatilo **1880 turista iz 48 zemalja,** ispitanici su rizike povezane sa hranom u celini procenjivali kao veće u inostranstvu nego u sopstvenoj zemlji. Međutim, razlika između procene rizika „kod kuće“ i „u inostranstvu“ nije bila jednaka među grupama: kod ispitanika iz azijskih i istočnoevropskih zemalja ove procene bile su relativno slične, dok su turisti

iz nordijskih zemalja sopstvenu zemlju procenjivali znatno manje rizičnom u odnosu na inostranstvo. Ovi nalazi pokazuju da procena rizika nije određena samo objektivnim hazardom, već i prethodnim iskustvom i kulturnim okruženjem putnika.

Istovremeno, izbor hrane tokom putovanja nije određen samo nastojanjem da se izbegne zdravstveni rizik. Hrana predstavlja važan deo upoznavanja destinacije, pa se kod turista potreba za oprezom prepliće sa željom za novim gastronomskim iskustvom. **Izbegavanje svakog nepoznatog jela zato nije ni realan ni poželjan cilj zdravstvene edukacije turista**. Turistička istraživanja pokazuju da se putnici razlikuju prema tome u kojoj meri traže poznato ili novo iskustvo, a „nepoznata hrana" prepoznata je kao jedna od dimenzija percipiranog rizika u međunarodnom turizmu.

Individualna osetljivost putnika

Na osetljivost putnika utiče prethodna izloženost crevnim patogenima. Lokalno stanovništvo u pojedinim područjima može tokom života više puta biti izloženo određenim mikroorganizmima i steći delimičnu imunsku zaštitu, dok putnik iz sredine u kojoj se sa tim uzročnicima ranije nije susretao može biti osetljiviji pri prvom kontaktu. **Prethodna izloženost** zato može uticati na verovatnoću nastanka infekcije i težinu kliničke slike, ali ne znači da su isti mikroorganizmi bezopasni za lokalno stanovništvo.

Na mogućnost nastanka infekcije utiču i prirodni odbrambeni mehanizmi organizma. Kisela sredina želuca predstavlja jednu od prepreka dospevanju uzročnika u creva, pa **smanjena kiselost želudačnog sadržaja**, usled bolesti, operacije ili primene određenih lekova, **može povećati** osetljivost na crevne infekcije. Značaj imaju i infektivna doza, osobine uzročnika, crevna mikrobiota[290] i imunski odgovor, pa isto izlaganje ne mora kod svih osoba dovesti do iste kliničke slike.

Uzrast i zdravstveno stanje mogu uticati i na podložnost infekciji i na njen tok. Mlađi putnici u pojedinim epidemiološkim istraživanjima imaju veću učestalost putničke dijareje, dok odojčad i mala deca, trudnice, starije osobe, osobe sa hroničnim bolestima i imunokompromitovani putnici mogu imati veći rizik od težeg toka bolesti i komplikacija. Specifičnosti ovih grupa razmatraju se u posebnom delu poglavlja.

290 *Crevna mikrobiota – zajednica mikroorganizama koji prirodno naseljavaju digestivni trakt i učestvuju u varenju, metabolizmu, zaštiti od patogena i regulaciji imunskog odgovora.*

Na težinu posledica mogu dodatno uticati i uslovi tokom putovanja. U toploj klimi gubici vode i elektrolita usled dijareje mogu biti veći zbog istovremenog znojenja. Poseban oprez potreban je kod putnika koji koriste diuretike, imaju ograničen unos tečnosti ili uzimaju više lekova zbog hroničnih bolesti. Kod njih plan postupanja u slučaju dijareje treba unapred prilagoditi zdravstvenom stanju i terapiji.

PREVENCIJA PUTNIČKE DIJAREJE

Prevencija putničke dijareje zasniva se prvenstveno na smanjenju izloženosti uzročnicima i pripremi putnika za situacije u kojima je rizik povećan. **Potpuno uklanjanje rizika tokom putovanja praktično nije moguće**, jer putnik nema neposrednu kontrolu nad svim uslovima kojima je izložen na destinaciji. Preventivne preporuke zato ne treba predstavljati kao garanciju da se bolest može izbeći, već kao način da se verovatnoća obolevanja smanji. Važno je pri tome sačuvati ravnotežu između zdravstvene zaštite i iskustva putovanja. Cilj preporuka nije izbegavanje lokalne i nepoznate hrane, već **prepoznavanje okolnosti u kojima je izlaganje nepotrebno povećano**. Poznavanje rizika, međutim, ne znači nužno i dosledno pridržavanje preporuka. **Komunikacija rizika zato treba da bude jasna i praktična**. Poseban značaj u tome mogu imati turističke agencije, vodiči, hoteli i organizatori putovanja, koji utiču ne samo na to koje će informacije putnik dobiti već i na način na koji će ih razumeti. Preporuke ne treba da stvaraju utisak da je lokalna gastronomija sama po sebi opasna niti da određena kategorija smeštaja automatski garantuje zaštitu od putničke dijareje.

Zdravstvena priprema i savetovanje pre putovanja

Zdravstvena priprema treba da uzme u obzir destinaciju, trajanje i način boravka, dostupnost zdravstveno ispravne vode i medicinske pomoći, kao i zdravstveno stanje i terapiju putnika.

U putnoj apoteci treba predvideti preparat za oralnu rehidrataciju, dok izbor drugih lekova i preparata treba prilagoditi individualnim potrebama putnika, uz jasno uputstvo kada i na koji način se primenjuju.

Zdravstveno savetovanje pre putovanja često izostaje zato što putnici ne prepoznaju potrebu za njim ili smatraju da već znaju kako da se zaštite. U istraživanju koje je obuhvatilo 259 osoba evidentiranih zbog bolesti ili izlaganja povezanih sa međunarodnim putovanjem, **samo 43,6%** ispitanika dobilo je neki oblik zdravstvenog saveta pre polaska. Među onima koji ga nisu dobili, 47,5% nije bilo svesno potrebe za savetovanjem, dok je 34,5% smatralo da već zna

kako da sačuva zdravlje tokom putovanja. Putovanja kraća od sedam dana bila su povezana sa većom verovatnoćom izostanka savetovanja nego putovanja duža od četiri nedelje.

Dobijanje saveta, međutim, ne znači nužno i njegovo dosledno sprovođenje. U istoj studiji potpuno pridržavanje preporuka o izbegavanju rizičnih ponašanja navelo je 65,5% ispitanika koji su odgovorili na to pitanje, a delimično pridržavanje 33,3%. I druga istraživanja pokazuju da samo davanje saveta o hrani i vodi ne dovodi uvek do pouzdanog smanjenja učestalosti putničke dijareje. Takvi nalazi ne znače da su preventivne mere nekorisne, već pokazuju da njihova efikasnost zavisi i od ponašanja putnika i od okolnosti na koje on ne može neposredno da utiče.

Zbog toga je putniku **korisnije objasniti zašto određena situacija povećava rizik nego dati dugačak spisak „dozvoljenih" i „zabranjenih" namirnica**. Odgovarajući izbor hrane i pića može smanjiti rizik od putničke dijareje, ali ga ne može potpuno ukloniti, jer deo faktora, naročito higijena restorana i sanitarna infrastruktura, ostaje van kontrole samog putnika.

Higijena ruku i osnovne mere smanjenja izloženosti

Jedna od najpoznatijih poruka namenjenih putnicima sažeta je u pravilu ***„Boil it, cook it, peel it or forget it"***, koje se može prevesti kao „prokuvaj, skuvaj, oljušti ili preskoči". Njegova vrednost je pre svega u jednostavnosti i lakoj primeni u situacijama u kojima putnik nema pouzdane informacije o načinu pripreme hrane ili kvalitetu vode. Ovo pravilo, međutim, ne treba tumačiti kao tvrdnju da su sve sirove namirnice rizične, već kao praktičan način smanjenja izloženosti kada uslovi rukovanja hranom nisu poznati.

Higijena ruku predstavlja jednu od osnovnih preventivnih mera. Ruke treba prati pre jela i pripreme hrane, posle korišćenja toaleta, menjanja pelena i kontakta sa životinjama. Potrebno ih je nasapunjati i temeljno trljati najmanje **20 sekundi**, zatim isprati **toplom vodom** i osušiti čistim peškirom ili papirnim ubrusom. Kada sapun i voda nisu dostupni, sredstvo za dezinfekciju ruku sa **najmanje 60% alkohola** može poslužiti kao privremeno rešenje, ali je manje delotvorno kada su ruke vidljivo prljave ili masne i ne deluje podjednako na sve crevne uzročnike. Kod norovirusa alkoholno sredstvo **može dopuniti pranje ruku, ali ga ne zamenjuje**. Ova razlika posebno je važna na kruzerima, u odmaralištima i drugim sredinama u kojima se gastroenteritis može širiti među gostima i preko zajedničkih površina.

Probiotici i preventivna primena lekova

Rezultati istraživanja preventivnog dejstva probiotika nisu ujednačeni i ne opravdavaju pretpostavku da su svi preparati podjednako delotvorni. Jedna metaanaliza pokazala je statistički značajno smanjenje relativnog rizika od putničke dijareje za približno 15%, dok druge analize nisu potvrdile jasnu korist.

Prema preporukama iz *CDC Yellow Book 2026*,[291] dostupni podaci **nisu dovoljni za preporuku rutinske primene probiotika u prevenciji putničke dijareje**. Njihovo uzimanje ne zamenjuje higijenske mere, a kod osoba sa znatno oslabljenim imunitetom zahteva poseban oprez zbog mogućnosti invazivnih infekcija izazvanih mikroorganizmima iz samog preparata.

Bizmut-subsalicilat ima bolje dokumentovano preventivno dejstvo, ali njegova primena ima određena ograničenja. U ranijoj literaturi navodi se smanjenje rizika od putničke dijareje **do približno 65%** pri uzimanju preparata četiri puta dnevno, dok je u istraživanjima sprovedenim u Meksiku, prema podacima iz publikacije *CDC Yellow Book 2026*, zabeleženo smanjenje učestalosti za **približno 50%**. Preparat deluje antibakterijski i smanjuje crevnu sekreciju, ali potreba za uzimanjem više puta dnevno može otežati pridržavanje preporučenog režima, dok moguća neželjena dejstva dodatno ograničavaju njegovu praktičnu primenu. Bezbednost upotrebe duže od tri nedelje nije utvrđena. Bizmut-subsalicilat se ne preporučuje trudnicama zbog mogućeg nepovoljnog delovanja salicilata na plod, a uglavnom ni deci mlađoj od 12 godina. Ne treba ga koristiti kod alergije na aspirin, bubrežne insuficijencije i istovremene primene pojedinih lekova, uključujući antikoagulanse, odnosno lekove koji sprečavaju zgrušavanje krvi. Poseban oprez potreban je kod poremećaja krvarenja i već postojeće terapije salicilatima, pa pre upotrebe treba proveriti kontraindikacije i moguće interakcije sa drugim lekovima.

Antibiotska profilaksa podrazumeva uzimanje antibiotika pre pojave simptoma radi sprečavanja bolesti. Ona se razlikuje od terapije koju putnik nosi sa sobom da bi je, prema unapred dobijenim lekarskim uputstvima, primenio tek ako se dijareja razvije. U starijim kontrolisanim istraživanjima preventivno uzimanje antibiotika smanjivalo je rizik od putničke dijareje **do približno 90%** u odnosu na putnike koji ih nisu uzimali. Antibiotici, međutim, mogu izazvati neželjena dejstva, poremetiti crevnu mikrobiotu, povećati rizik od infekcije bakterijom *Clostridium difficile* i olakšati naseljavanje creva bakterijama otpornim na antibiotike. Preventivnom primenom, tim rizicima izlažu se i putnici koji možda uopšte ne bi oboleli. Antibiotici pritom ne štite od virusnih uzročnika, pa njihovo uzimanje ne sprečava sve oblike putničke dijareje.

291 ***CDC Yellow Book 2026: Health Information for International Travel*** *je stručni priručnik američkih Centara za kontrolu i prevenciju bolesti (CDC), namenjen zdravstvenim rizicima povezanim sa međunarodnim putovanjima i preporukama za njihovu prevenciju i postupanje.*

Zbog nepovoljnog odnosa moguće koristi i štete, preporuke iz priručnika *CDC Yellow Book* za 2026. godinu **ne podržavaju rutinsku antibiotsku profilaksu kod većine putnika**, a posebno ne preventivnu primenu fluorohinolona. Izuzeci se mogu razmatrati kod pojedinih putnika sa oslabljenim imunitetom ili ozbiljnim pridruženim bolestima, naročito pri kratkotrajnim putovanjima, kada bi i kratka epizoda dijareje mogla imati teške posledice. Odluka zahteva individualnu lekarsku procenu, uz razmatranje destinacije, trajanja putovanja, postojeće terapije i mogućih interakcija.

POSTUPANJE KADA SE PUTNIČKA DIJAREJA RAZVIJE

Pri pojavi dijareje potrebno je proceniti gubitak tečnosti, prateće simptome i opšte stanje putnika, pri čemu broj stolica nije jedino merilo težine bolesti. **Krvava dijareja svrstava se u težak oblik i zahteva medicinsku procenu**, nezavisno od broja pražnjenja creva tokom dana. **Funkcionalna procena težine putničke dijareje** već je opisana ranije u poglavlju i predstavlja **korisniji pokazatelj od samog broja stolica**, jer uzima u obzir koliko simptomi ograničavaju planirane aktivnosti.

Uzročnik putničke dijareje ne može se pouzdano utvrditi samo na osnovu simptoma, iako podaci o destinaciji, prethodnim obrocima, mogućim izlaganjima i vremenu pojave tegoba mogu usmeriti dijagnostiku. Kod blagih, kratkotrajnih epizoda laboratorijsko ispitivanje obično nije potrebno, dok se kod teške ili krvave dijareje, produženih tegoba i kod osoba sa oslabljenim imunitetom razmatraju odgovarajuće analize uzorka stolice.

Bakteriološkim pregledom stolice, odnosno **koprokulturom**, mogu se izdvojiti pojedine patogene bakterije, dok se drugim testovima otkrivaju njihovi toksini ili antigeni. Molekularni testovi, poput PCR-a,[292] omogućavaju otkrivanje genetičkog materijala uzročnika, a kod sumnje na parazitsku infekciju koriste se mikroskopski pregled i ciljani laboratorijski testovi. Ako se izdvoji bakterija i postoji potreba za antibiotskim lečenjem, **antibiogramom se ispituje njena osetljivost na antibiotike**. Izbor analiza i tumačenje rezultata zavise od kliničke slike, a **nadoknadu tečnosti ne treba odlagati do dobijanja nalaza**.

292 *PCR (lančana reakcija polimeraze) je molekularna metoda kojom se umnožava određeni deo genetičkog materijala mikroorganizma kako bi se omogućilo njegovo otkrivanje u uzorku.*

Nadoknada tečnosti i elektrolita

Osnovu lečenja predstavlja nadoknada vode i elektrolita izgubljenih stolicom i povraćanjem. Kod blagih epizoda bez znakova značajne dehidratacije povećan unos vode i drugih odgovarajućih tečnosti često je dovoljan, dok kod većih gubitaka prednost imaju rastvori za oralnu rehidrataciju, naročito kod dece, starijih osoba i hroničnih bolesnika. Njihovo dejstvo zasniva se na povezanom transportu glukoze i natrijuma kroz crevnu sluznicu, koji omogućava apsorpciju vode i tokom dijareje. Zato se uspešnost rehidratacije ne procenjuje prema tome da li je dijareja odmah prestala, već prema nadoknadi izgubljene tečnosti i poboljšanju opšteg stanja obolelog.

Komercijalni prašak za oralnu rehidrataciju treba rastvoriti u količini higijenski ispravne vode navedenoj na pakovanju, jer nije svaka kesica predviđena za jedan litar vode. Kada takav preparat nije dostupan, privremeno se može pripremiti rastvor od šest ravnih kašičica šećera i pola ravne kašičice soli u jednom litru bezbedne vode. Sastojke treba pažljivo odmeriti, bez proizvoljnog povećavanja količine soli ili šećera, a prednost dati standardizovanom preparatu čim postane dostupan.

Sportski napici, nerazblaženi sokovi i gazirana pića nisu odgovarajuća zamena za rastvor za oralnu rehidrataciju kod izraženijih gubitaka tečnosti, jer često sadrže mnogo šećera, a premalo soli u odnosu na potrebe obolele osobe. Ako postoji mučnina, tečnost treba uzimati postepeno, u manjim količinama, umesto ispijanja velike količine odjednom. Kod dece se u tu svrhu mogu koristiti kašičica ili oralni špric. Uporno povraćanje koje onemogućava zadržavanje tečnosti zahteva medicinsku procenu.

Znatno smanjeno mokrenje, suva usta, vrtoglavica pri ustajanju i izražena slabost mogu ukazivati na dehidrataciju. Teška dehidratacija može zahtevati intravensku nadoknadu tečnosti i elektrolita, naročito kada oralna rehidratacija nije moguća ili nije dovoljna. U toplim klimatskim uslovima stanje se može dodatno pogoršati, jer se gubicima usled dijareje i povraćanja pridružuju i gubici vode i elektrolita znojenjem.

Ishrana tokom bolesti

Dijareja ne zahteva gladovanje niti višednevno ograničavanje ishrane na čaj, pirinač i dvopek. Uobičajena ishrana može se postepeno nastaviti čim se apetit vrati i oboleli može da podnosi hranu. Alkohol, napici sa kofeinom, veoma masna jela i velike količine prostih šećera mogu pojačati tegobe, zbog čega ih tokom bolesti treba izbegavati ili ograničiti. Kod nekih osoba privremeno se smanjuje sposobnost varenja laktoze, pa mleko može izazvati nadimanje i pogoršati dijareju.

Kod dece je očuvanje energetskog i proteinskog unosa posebno važno, zbog čega se preporučuju nastavak dojenja i rano ponovno uvođenje uobičajene ishrane primerene uzrastu, uz odgovarajuću nadoknadu tečnosti. Nema dokaza da restriktivna ishrana zasnovana samo na bananama, pirinču, pireu od jabuke i tostu ubrzava oporavak, dok istovremeno može ograničiti unos energije i proteina.

Simptomatska terapija

Loperamid smanjuje učestalost stolica usporavanjem prolaska crevnog sadržaja i smanjenjem crevne sekrecije, pa može biti koristan kod odraslih sa blagom vodenastom dijarejom, naročito tokom putovanja kada je pristup toaletu otežan. Ipak, privremeno smanjena potreba za odlaskom u toalet ne znači da je uzročnik bolesti uklonjen. Kod umerene do teške putničke dijareje loperamid se može primeniti kao dodatak antibiotskoj terapiji, jer kombinacija može dovesti do bržeg ublažavanja simptoma nego primena samog antibiotika. **Kod krvave dijareje, povišene telesne temperature ili jakog bola u stomaku, loperamid ne treba uzimati samoinicijativno**.

Bizmut-subsalicilat takođe može ublažiti blagu dijareju, ali deluje sporije i manje je efikasan od loperamida, dok su ograničenja njegove primene opisana ranije.

Antibiotici

Kod određenih bakterijskih uzročnika putničke dijareje, kada je mikroorganizam osetljiv na primenjeni lek, antibiotici mogu skratiti trajanje bolesti. U kontrolisanim ispitivanjima opisano je skraćenje trajanja dijareje sa približno **tri dana na oko dan i po**. Ova korist, međutim, nije jednaka kod svih bakterijskih infekcija. Antibiotici mogu imati neželjene efekte na crevnu mikrobiotu i doprineti kolonizaciji bakterijama otpornim na antibiotike, zbog čega nisu opravdani kod svake epizode dijareje.

Prema preporukama iz *CDC Yellow Book*, antibiotici se **ne preporučuju za blagu putničku dijareju, kod umerene bolesti mogu se razmotriti, dok se kod teške bolesti preporučuju** uz procenu verovatnog uzročnika i kontraindikacija.

Nekomplikovani gastroenteritis izazvan netifusnim salmonelama kod inače zdravih osoba **obično se ne leči antibioticima**, jer antibiotska terapija uglavnom ne skraćuje trajanje dijareje ili povišene telesne temperature, a može produžiti izlučivanje bakterije stolicom. Antibiotici se razmatraju kod težih oblika bolesti i kod osoba sa povećanim rizikom od komplikacija. Ni pojava krvave dijareje sama po sebi ne predstavlja automatsku indikaciju za antibiotsku terapiju. Posebno je važno da se kod infekcija sojevima *Escherichia coli* koji proizvode šiga toksin

antibiotici i **lekovi koji usporavaju crevnu pokretljivost ne primenjuju**, jer mogu povećati rizik od hemolitičko-uremijskog sindroma. Ovu ozbiljnu komplikaciju prate razaranje crvenih krvnih zrnaca, smanjenje broja krvnih pločica i akutno oštećenje bubrega, a posebno su osetljiva mala deca. Izraženo bledilo, neobjašnjive modrice i znatno smanjeno mokrenje tokom epizode dijareje mogu ukazivati na njen razvoj i zahtevaju **hitnu medicinsku procenu**.

Uzimajući u obzir ove činjenice, izbor leka zavisi od kliničke slike, destinacije i verovatne antimikrobne rezistencije. Putnik kome je preporučeno da nosi antibiotik za samolečenje treba pre putovanja da dobije jasno lekarsko uputstvo u kojoj situaciji i na koji način sme da ga primeni.

Kada potražiti medicinsku pomoć

Medicinsku pomoć treba potražiti **kod krvi u stolici, visoke ili uporne temperature, jakog ili jasno lokalizovanog bola u stomaku, povraćanja** koje onemogućava uzimanje tečnosti, znakova dehidratacije, pogoršanja opšteg stanja ili izostanka poboljšanja uprkos samolečenju sprovedenom prema prethodno dobijenim lekarskim uputstvima.

Posebnu pažnju zahteva povišena telesna temperatura tokom ili nakon boravka u području u kojem se prenosi malarija. Ova bolest može biti praćena i gastrointestinalnim tegobama, uključujući dijareju, pa se stanje može pogrešno protumačiti kao uobičajena crevna infekcija. Putnik zato treba **bez odlaganja da potraži medicinsku pomoć** i navede gde je i kada boravio, čak i ako je uzimao preventivne lekove protiv malarije. Njihova primena znatno smanjuje rizik, ali ne isključuje mogućnost obolevanja.

Posebno osetljive grupe putnika

Posledice putničke dijareje nisu jednake kod svih putnika. Odojčad i mala deca, trudnice, starije osobe, osobe sa određenim hroničnim bolestima i imunokompromitovani putnici mogu teže podneti gubitak tečnosti i elektrolita, imati produžen tok bolesti ili zahtevati raniju medicinsku procenu.

Deca. Kod odojčadi i male dece gubitak tečnosti usled dijareje i povraćanja može **brže dovesti do dehidratacije nego kod odraslih**. Zbog toga nadoknadu tečnosti treba započeti rano, uz nastavak dojenja i uobičajene ishrane primerene uzrastu čim je dete može podneti. Na dehidrataciju mogu ukazivati znatno smanjeno mokrenje, suva sluznica usta, odsustvo suza pri plaču, neuobičajena pospanost ili razdražljivost i pogoršanje opšteg stanja. Krvava dijareja, uporno povraćanje koje onemogućava održavanje hidratacije i izražena promena ponašanja ili budnosti zahtevaju pravovremenu medicinsku procenu.

Trudnice. Trudnoća je praćena fiziološkim i imunološkim promenama koje mogu uticati na osetljivost na pojedine infekcije i njihove posledice. U slučaju gastrointestinalnih infekcija posebno je značajan rizik od dehidratacije, pa pravovremena nadoknada tečnosti predstavlja osnovnu meru. Izbor lekova u trudnoći zahteva dodatni oprez. Prednost ima oralna rehidratacija, dok se antimikrobna terapija primenjuje kada za nju postoji klinička indikacija i uz izbor leka odgovarajućeg za trudnoću. Bizmut-subsalicilat se ne preporučuje zbog mogućeg delovanja salicilata na plod. Povišena temperatura, krv u stolici, uporno povraćanje ili nemogućnost održavanja odgovarajuće hidratacije predstavljaju razloge za ranu medicinsku procenu.

Starije osobe. Stariji putnici predstavljaju heterogenu grupu i sama životna dob ne određuje sposobnost za putovanje. Ipak, manja sposobnost organizma da nadoknadi gubitak tečnosti, prisustvo hroničnih bolesti i istovremena primena više lekova mogu doprineti težem toku i slabijem podnošenju dijareje. Zbog toga infekcije praćene dijarejom mogu imati ozbiljnije posledice nego kod mlađih zdravih osoba. Poseban značaj ima gubitak vode i elektrolita, koji može pogoršati postojeća srčana i bubrežna oboljenja ili uticati na redovnu terapiju. Zato znaci dehidratacije, produžena dijareja, temperatura ili pogoršanje osnovnog oboljenja zahtevaju raniju medicinsku procenu.

Imunokompromitovani putnici i osobe sa hroničnim bolestima. Imunokompromitovani putnici predstavljaju izrazito heterogenu grupu. Stepen njihove osetljivosti zavisi od osnovne bolesti, vrste i intenziteta terapije, stepena poremećaja imunskog sistema, destinacije i aktivnosti tokom putovanja. U ovu grupu mogu se svrstati osobe sa određenim malignim bolestima, primaoci transplantiranih organa, osobe koje primaju imunosupresivnu terapiju, deo osoba sa HIV infekcijom, kao i pacijenti koji se leče hemioterapijom. Kod imunokompromitovanih putnika **enterične infekcije mogu imati teži ili produžen tok**, dok protozoalne infekcije, naročito kriptosporidioza, mogu biti dugotrajnije. Kod osoba sa hroničnim bolestima dijareja može dodatno otežati kontrolu osnovnog oboljenja i primenu redovne terapije. Poseban oprez potreban je kod srčane i bubrežne insuficijencije, dijabetesa i drugih stanja kod kojih **gubitak tečnosti i elektrolita može imati ozbiljnije posledice**. Količina i način nadoknade tečnosti, kao i eventualno prilagođavanje terapije, zato zahtevaju individualnu procenu, posebno kod srčane ili bubrežne insuficijencije, gde se **opšta preporuka da se „pije što više" ne može primenjivati bez uzimanja u obzir osnovnog zdravstvenog stanja**. Dijareja i povraćanje mogu promeniti apsorpciju lekova koji se redovno koriste, dok pojedini lekovi namenjeni prevenciji ili lečenju bolesti tokom putovanja mogu stupati u interakcije sa lekovima koje osoba redovno uzima. Zbog toga kod ovih putnika **unapred pripremljen plan postupanja u slučaju bolesti** ima veći značaj nego samoinicijativna primena terapije.

PERZISTENTNA DIJAREJA I POSLEDICE NAKON PUTOVANJA

Kod perzistentnih tegoba važno je razlikovati neprekidno trajanje prvobitne bolesti od nove epizode koja se javila nakon perioda bez simptoma. Savremeni pristup perzistentnoj dijareji kod putnika polazi od tri osnovne grupe uzroka: infekcije koja i dalje traje ili nove infekcije, ranije neprepoznatog gastrointestinalnog oboljenja i postinfektivnog poremećaja.

Perzistentna dijareja

Kod većine putnika akutna dijareja se povlači tokom putovanja ili ubrzo nakon povratka. Kod manjeg broja obolelih tegobe, međutim, traju duže ili se ponovo javljaju nakon početnog poboljšanja. Dijareja koja traje **dve nedelje ili duže** smatra se perzistentnom i zahteva razmatranje uzroka produženih tegoba.

Za razliku od akutne putničke dijareje, u kojoj dominiraju bakterijski i virusni uzročnici, **sa produžavanjem trajanja simptoma raste značaj protozoa**. Posebno treba razmotriti *Giardia duodenalis, Cryptosporidium* spp., *Cyclospora cayetanensis* i *Entamoeba histolytica*. *Giardia* je jedan od najvažnijih parazitarnih uzročnika perzistentne putničke dijareje, a na đardijazu mogu ukazivati produžena dijareja, nadimanje, gasovi i masnije stolice.

Podaci o izlaganju tokom putovanja mogu pomoći u usmeravanju procene mogućeg uzroka. Korišćenje vode iz nekontrolisanih izvora tokom kampovanja ili boravka u udaljenim područjima povećava značaj protozoalnih infekcija, dok se ciklosporijaza može povezati sa kontaminiranim svežim voćem i povrćem, a *Cryptosporidium* i sa vodom za kupanje i rekreaciju. Ipak, podatak o određenoj hrani ili aktivnosti sam po sebi nije dovoljan za utvrđivanje uzročnika. Kod perzistentnih tegoba laboratorijska dijagnostika ima veći značaj nego kod kratkotrajne, nekomplikovane dijareje. Kada se sumnja na parazitsku infekciju, mogu biti potrebni ponovljeni uzorci stolice, jer se pojedini uzročnici ne izlučuju kontinuirano.

Posebno je važan podatak o antibioticima korišćenim tokom putovanja, budući da oni mogu poremetiti crevnu mikrobiotu, doprineti nastanku ili produžavanju dijareje i povećati rizik od infekcije bakterijom ***Clostridium difficile***. Na ovu mogućnost treba posebno misliti kada se dijareja ne povlači nakon primene antibiotika, naročito kod putnika koji su ih uzimali samoinicijativno ili su tokom iste epizode primili više različitih antimikrobnih lekova. Infekcija bakterijom *C. difficile* može se javiti tokom antibiotske terapije ili nakon njenog završetka i treba je razmotriti kod perzistentnih tegoba koje ne odgovaraju na prethodno lečenje.

Zbog toga **ponavljanje antibiotske terapije bez jasne indikacije nije odgovarajući odgovor na svaku produženu dijareju**. U takvoj situaciji važnije je utvrditi uzrok nego pretpostaviti da prvobitna infekcija nije izlečena.

Postinfektivne tegobe

Uklanjanje uzročnika ne znači nužno i potpuni oporavak funkcije creva, pa kod nekih osoba ostaju povremeni grčeviti bolovi, nadimanje, gasovi i promene učestalosti ili konzistencije stolice. Kada se nakon crevne infekcije razvije sindrom iritabilnog creva,[293] govori se o njegovom postinfektivnom obliku, pri čemu se u literaturi o putnicima najčešće opisuje oblik sa dominantnom dijarejom. **Tegobe mogu potrajati mesecima nakon povratka, iako uzročnik početne infekcije više nije prisutan**.

Nakon akutne infekcije mogu se zadržati prolazne promene sluznice tankog creva i smanjena aktivnost pojedinih enzima koji razgrađuju ugljene hidrate. Zbog toga se tokom oporavka tegobe ponekad pojačavaju nakon unošenja većih količina laktoze, fruktoze ili sorbitola. **Ponovna pojava dijareje posle određenog obroka ne mora značiti novu infekciju**, već može biti posledica privremeno smanjene sposobnosti varenja i apsorpcije pojedinih sastojaka hrane.

U pojedinim slučajevima infekcija može otkriti i ranije neprepoznato oboljenje. Celijakija,[294] inflamatorne bolesti creva i drugi gastrointestinalni poremećaji mogu prvi put postati klinički očigledni nakon akutne crevne infekcije. Zbog toga perzistentne tegobe ne treba automatski pripisivati „infekciji sa putovanja", posebno kada su prisutni gubitak telesne mase, krv u stolici, anemija, izraženi bolovi ili drugi simptomi koji zahtevaju dodatnu dijagnostičku procenu.

Posledice crevnih infekcija nisu uvek ograničene na digestivni sistem. Nakon infekcije pojedinim vrstama bakterija roda *Shigella* može nastati **reaktivni artritis**, odnosno zapaljenje zglobova koje se može javiti nakon prethodne infekcije. Procenjuje se da se ova komplikacija razvija kod približno 2% inficiranih osoba, naročito nakon infekcije vrstom *Shigella flexneri*. Bolove i otok zglobova mogu pratiti nadraženost očiju i tegobe pri mokrenju. Simptomi najčešće traju nekoliko meseci, ali kod pojedinih osoba mogu biti dugotrajniji. Takođe, nakon infekcije bakterijama roda *Campylobacter* retko može nastati **Guillain-Barréov sindrom**.[295]

293 *Sindrom iritabilnog creva (IBS) – funkcionalni poremećaj creva koji se ispoljava bolom ili nelagodnošću u stomaku, uz promene u učestalosti i izgledu stolice, bez uočljivih strukturnih promena u crevima. U svakodnevnom govoru često se naziva „nervozna creva".*

294 *Celijakija – autoimunsko oboljenje izazvano glutenom koje oštećuje sluzokožu tankog creva.*

295 *Guillain-Barréov sindrom je retko neurološko oboljenje kod kojeg imunološka reakcija dovodi do oštećenja perifernih nerava, što može izazvati slabost mišića i, u težim slučajevima, paralizu.*

Sa stanovišta turizma, **značaj putničke dijareje ne završava se nužno završetkom putovanja**. Akutna bolest može dovesti do propuštenih turističkih aktivnosti, dok produžene posledice mogu uticati na zdravlje i kvalitet života putnika nedeljama ili mesecima nakon povratka.

4.7. HRANA I VODA TOKOM PUTOVANJA I BORAVKA NA DESTINACIJI: ZDRAVSTVENI RIZICI I MERE PREVENCIJE

Hrana i voda sastavni su deo svakog putovanja. Tokom boravka na destinaciji obroci se konzumiraju u veoma različitim okruženjima - od hotela i restorana do ulične prodaje, pijaca, aerodroma i benzinskih stanica, kao i u okviru avionskog, železničkog i pomorskog keteringa ili kao hrana pripremljena i poneta od kuće. Istovremeno, voda se koristi za piće, pripremu hrane i napitaka, pranje namirnica i zuba, često bez mogućnosti da putnik neposredno proceni njenu bezbednost. **Bezbednost hrane i vode zato predstavlja važan deo zaštite zdravlja putnika, ali i značajan segment odgovornosti turističkih i ugostiteljskih objekata**.

U prethodnom poglavlju putnička dijareja razmatrana je kao jedan od najčešćih zdravstvenih problema tokom putovanja. Brojni njeni uzročnici mogu se preneti kontaminiranom hranom ili vodom, zbog čega su ove teme neposredno povezane. Međutim, zdravstveni problemi povezani sa hranom i vodom ne svode se samo na putničku dijareju. Pored gastrointestinalnih infekcija mogu se javiti trovanja izazvana mikrobiološkim ili prirodnim toksinima, alergijske reakcije na pojedine sastojke hrane, kao i zdravstvene posledice usled izlaganja hemijskim ili fizičkim hazardima. **Klinička slika zato ne mora biti ograničena na dijareju, već može uključivati izraženo povraćanje, neurološke poremećaje, oštećenje jetre ili bubrega i druge posledice.**

Bezbednost hrane i vode može biti narušena prisustvom različitih agenasa koji mogu štetno delovati na zdravlje ljudi. Takvi agensi nazivaju se **hazardima ili opasnostima**. Pojam hazarda treba razlikovati od pojma rizika. Hazard predstavlja potencijalni izvor štetnog dejstva, dok rizik zavisi od verovatnoće da će do tog dejstva doći i od težine njegovih posledica. **Prisustvo hazarda, dakle, ne znači da će štetna posledica nužno nastati, već da postoji mogućnost njenog nastanka**.

Za turizam je ova tema posebno značajna jer se tokom putovanja menjaju izvori hrane i vode, uslovi njihove pripreme, čuvanja i transporta, kao i mogućnost putnika da proceni njihovu bezbednost. Rizik ne zavisi samo od vrste hrane ili vode, već i od načina na koji se sa njima postupa od izvora do trenutka konzumiranja.

BOLESTI PRENOSIVE HRANOM

Bolesti prenosive hranom (*foodborne diseases*) predstavljaju široku grupu oboljenja koja nastaju nakon konzumiranja hrane koja sadrži patogene mikroorganizme, njihove toksine, parazite ili druge štetne supstance prirodnog ili antropogenog porekla. Nastanak ovih oboljenja povezan je sa prisustvom različitih **hazarda u hrani koji**, u zavisnosti od njihove prirode i nivoa izloženosti, mogu dovesti do različitih štetnih posledica po zdravlje. Hazardi se najčešće dele na **biološke, hemijske i fizičke**, dok se **alergeni**, zbog njihovog posebnog značaja za osetljive osobe, često izdvajaju kao posebna grupa.

Biološki hazardi obuhvataju bakterije, viruse, parazite, plesni i druge biološke agense koji mogu dospeti u hranu i izazvati oboljenje. U ovu grupu spadaju brojni uzročnici bolesti prenosivih hranom, među kojima su bakterije roda *Salmonella*, *Campylobacter* i *Listeria*, patogeni sojevi *Escherichia coli*, norovirus i različiti paraziti. **Hemijski hazardi** obuhvataju supstance koje mogu biti prirodno prisutne u hrani, nastati tokom njenog čuvanja ili dospeti u hranu iz životne sredine ili tokom proizvodnje. Među njima su, na primer, mikotoksini, prirodni toksini biljaka i životinja, ostaci pesticida i veterinarskih lekova, teški metali, sredstva za čišćenje i dezinfekciju i pojedini kontaminenti koji nastaju tokom proizvodnje i prerade hrane. **Fizički hazardi** predstavljaju strana tela u hrani, kao što su komadi stakla, metala, plastike ili kostiju, koja mogu izazvati povrede potrošača. Posebnu pažnju zahtevaju i **alergeni**, jer kod osetljivih osoba i vrlo mala količina određenog sastojka može izazvati ozbiljnu reakciju.

Ovakva podela važna je i u turizmu, jer se različiti hazardi kontrolišu različitim merama. **Termička obrada može smanjiti broj mnogih mikroorganizama, ali ne uklanja nužno prethodno stvorene toksine, hemijske kontaminente, alergene ili fizička strana tela**. Zbog toga bezbednost hrane ne zavisi od jedne mere, već od kontrole čitavog lanca, od izbora sirovina i nabavke do pripreme, čuvanja i posluživanja.

U kontekstu putovanja poseban značaj imaju **biološki hazardi, alergeni i pojedini hemijski hazardi** koji mogu izazvati **akutne posledice**, među kojima su histamin, ciguatoksini, tetrodotoksin i drugi prirodni toksini.

Bolesti prenosive hranom ne nastaju uvek istim mehanizmom. Hrana može predstavljati sredstvo prenosa živih patogenih mikroorganizama, ali može sadržati i toksine koji su nastali pre njenog konzumiranja. Kod pojedinih bolesti mikroorganizam se unosi hranom, dok toksin odgovoran za pojavu simptoma nastaje tek nakon njegovog dospevanja u digestivni trakt. Zbog toga je za razumevanje bolesti prenosivih hranom korisno razlikovati **infekcije, toksiko-infekcije i intoksikacije**.

Biološke opasnosti

Bolesti prenosive hranom izazvane biološkim hazardima mogu nastati kao **infekcije, toksoinfekcije ili intoksikacije**, u zavisnosti od toga da li se hranom unose živi mikroorganizmi, mikroorganizmi koji toksin stvaraju u digestivnom traktu ili toksini koji su već nastali u hrani. Kod infekcije prenosive hranom konzumira se hrana koja sadrži žive patogene mikroorganizme. Nakon unošenja u organizam oni se mogu razmnožavati u digestivnom traktu ili prodreti u tkiva i izazvati oboljenje. Količina mikroorganizama potrebna za nastanak infekcije, odnosno infektivna doza, razlikuje se među uzročnicima i zavisi i od osetljivosti osobe. Primeri su infekcije izazvane bakterijama roda *Salmonella, Shigella* i *Campylobacter*, bakterijom *Listeria monocytogenes* i pojedinim patogenim sojevima *Escherichia coli*.

Kod **toksoinfekcije** hranom se unose živi mikroorganizmi koji nakon dospevanja u digestivni trakt stvaraju toksine odgovorne za pojavu bolesti. Za nastanak bolesti, dakle, potrebno je prisustvo živog mikroorganizma, ali značajan deo štetnog delovanja nastaje dejstvom toksina koji se stvara u digestivnom traktu. Tipični primeri su *Clostridium perfringens* i dijarealni oblik bolesti izazvane bakterijom *Bacillus cereus*.

Kod **intoksikacije**[296] toksin je već stvoren u hrani pre njenog konzumiranja. Zbog toga za nastanak bolesti nije neophodno da mikroorganizam koji je toksin proizveo i dalje bude živ ili prisutan u hrani. Klasični primeri su stafilokokna intoksikacija i emetički oblik bolesti izazvane bakterijom *Bacillus cereus*, dok botulizam predstavlja jedan od najtežih oblika bakterijske intoksikacije.

Razlikovanje ova tri mehanizma ima praktičan značaj, jer pomaže da se razume zašto se kod nekih bolesti simptomi razvijaju tek nakon dužeg perioda, dok kod drugih mogu početi veoma brzo nakon obroka, kao i zašto naknadno zagrevanje hrane u pojedinim slučajevima ne uklanja već nastali rizik.

Tipičan primer infekcije prenosive hranom predstavlja salmoneloza, koja nastaje nakon unošenja živih bakterija roda *Salmonella*. Najčešće se povezuje sa nedovoljno termički obrađenim jajima, mesom, nepasterizovanim mlekom i proizvodima od mleka, ali i drugim namirnicama kontaminiranim tokom proizvodnje ili pripreme. Period inkubacije najčešće iznosi od 6 sati do 6 dana, a dominiraju dijareja, mučnina, povišena telesna temperatura i grčevi u stomaku. Simptomi kod većine obolelih traju 4-7 dana, dok kod osetljivih osoba bolest može imati teži tok.

296 *U širem smislu, intoksikacije mogu nastati i nakon unošenja drugih toksičnih supstanci hranom, kao što su prirodno prisutni toksini biljaka, životinja i gljiva, mikotoksini ili određeni hemijski kontaminenti.*

Tipičan primer toksoinfekcije predstavlja *Clostridium perfringens*, koji se često povezuje sa jelima od mesa i živine, supama, sosovima i varivima pripremljenim u većim količinama. Rizik nastaje naročito kada se termički obrađena hrana sporo hladi ili dugo zadržava na temperaturama pogodnim za razmnožavanje bakterija. Simptomi se najčešće javljaju nakon 6-24 sata, a dominiraju grčeviti bolovi u stomaku i vodenasta dijareja. **Ovaj primer je posebno značajan za hotele, ketering i druge oblike masovne ishrane, jer pokazuje da rizik može nastati i nakon pravilne termičke obrade ako se hranom kasnije ne postupa odgovarajuće**.

Posebno ilustrativan primer predstavlja *Bacillus cereus*, jer može izazvati dva različita oblika bolesti. **Emetički oblik predstavlja intoksikaciju**, jer se toksin stvara u hrani pre njenog konzumiranja. Naročito se povezuje sa kuvanim pirinčem, drugim skrobnim jelima i pripremljenom hranom koja se nakon termičke obrade neadekvatno hladi ili čuva. Period inkubacije najčešće iznosi **1-6 sati**, a u kliničkoj slici dominiraju mučnina i naglo, često izraženo povraćanje, uz moguće grčeve u stomaku. Nasuprot tome, **dijarealni oblik predstavlja toksikoinfekciju**, pri kojoj se toksin stvara nakon dospevanja bakterije u digestivni trakt. Period inkubacije najčešće iznosi **6-24 sata**, a dominiraju vodenasta dijareja i abdominalni bolovi ili grčevi, dok su mučnina i povraćanje ređi. Tegobe su kod oba oblika uglavnom kratkotrajne i najčešće se povlače u roku od jednog dana. Spore[297] bakterije *B. cereus* mogu preživeti termičku obradu, a pri sporom hlađenju ili dugotrajnom čuvanju hrane na neodgovarajućoj temperaturi mogu proklijati i omogućiti razmnožavanje bakterijskih ćelija. Kod emetičkog oblika dodatni problem predstavlja termostabilnost toksina, pa naknadno podgrevanje ne predstavlja pouzdanu zaštitu.

Primer intoksikacije predstavlja konzumiranje hrane koja sadrži enterotoksin bakterije *Staphylococcus aureus*. Bakterija može dospeti u hranu tokom rukovanja, naročito sa kože, ruku ili iz nosa osobe kod koje je prisutna. Rizik je posebno povezan sa hranom koja se nakon pripreme više ne obrađuje termički, kao što su kremasti deserti, kolači, salate, sendviči i pojedini proizvodi od mesa, naročito ako se neadekvatno čuva. **Period inkubacije je kratak i najčešće iznosi od 30 minuta do 8 sati**, a u kliničkoj slici dominiraju **nagla mučnina, intenzivno povraćanje, grčevi u stomaku i dijareja**, dok povišena telesna temperatura uglavnom izostaje. Tegobe su najčešće kratkotrajne i povlače se u roku od jednog do dva dana. Stafilokokni enterotoksini su otporni na toplotu, pa **naknadna termička obrada hrane ne garantuje njenu bezbednost ukoliko je toksin već stvoren**. Ovaj primer posebno ukazuje na značaj higijene osoba koje rukuju hranom i pravilnog čuvanja pripremljenih obroka.

297 *Spore su otporne, inaktivne forme pojedinih bakterija koje mogu preživeti nepovoljne uslove, uključujući termičku obradu, a zatim u povoljnim uslovima proklijati i preći u vegetativne ćelije.*

Vreme pojave i dominantni simptomi mogu dati određene smernice o mehanizmu nastanka bolesti, ali **nisu dovoljni za pouzdano utvrđivanje uzroka**. Intoksikacije se često ispoljavaju brzo i naglo, dok kod infekcija i toksikoinfekcija period inkubacije može biti duži. Kod većine ovih gastrointestinalnih oboljenja lečenje je prvenstveno simptomatsko i zasniva se na nadoknadi tečnosti i elektrolita, dok primena antibiotika zavisi od uzročnika, težine bolesti i osobina obolele osobe.

Poseban značaj među bakterijskim hazardima ima *Listeria monocytogenes*, uzročnik listerioze. Iako je relativno retka, listerioza je **jedna od najtežih bolesti prenosivih hranom**. Prema podacima CDC-a, gotovo svi oboleli od invazivne listerioze[298] zahtevaju hospitalizaciju, a smrtnost iznosi oko 20%. Posebno su ugrožene **trudnice, osobe starije od 65 godina i imunokompromitovane osobe**. Infekcija u trudnoći ima poseban značaj jer simptomi kod trudnice mogu biti blagi, nalik gripu, ili čak izostati, dok posledice po trudnoću i plod mogu biti veoma ozbiljne. Listerioza može dovesti do **spontanog pobačaja, mrtvorođenja, prevremenog porođaja ili teške infekcije novorođenčeta**. Prema podacima CDC-a, približno četvrtina slučajeva listerioze povezanih sa trudnoćom završava gubitkom ploda ili smrću novorođenčeta. Za bezbednost hrane *L. monocytogenes* je značajna i zbog sposobnosti da **se razmnožava pri temperaturama hlađenja**. Poseban značaj zato imaju rashlađene namirnice spremne za konzumiranje, naročito pojedini suvomesnati i drugi proizvodi od mesa, meki sirevi, hladno dimljena riba, delikatesne salate i druga gotova jela koja se pre konzumiranja termički ne obrađuju. **Za putnika je ovaj rizik posebno značajan jer upravo takva hrana često čini deo hotelskog doručka, hladnih bifea, delikatesne i lokalne gastronomske ponude**.

Među parazitima koji se prenose hranom poseban značaj za turizam ima *Anisakis* spp. **Anisakijaza je parazitsko oboljenje koje nastaje nakon konzumiranja sirove, nedovoljno termički obrađene ili neadekvatno tretirane morske ribe koja sadrži žive larve parazita**. Rizik je zbog toga posebno povezan sa gastronomskom ponudom koja uključuje *sushi, sashimi, ceviche*, mariniranu i drugu sirovu ili minimalno obrađenu ribu. Anisakijaza je naročito značajna u zemljama u kojima konzumiranje sirove ili marinirane ribe predstavlja deo tradicionalne ishrane. **U Japanu je procenjen prosečan broj od oko 19.700 slučajeva godišnje**, dok se za Španiju procenjuje približno **7.700-8.300 slučajeva godišnje koji zahtevaju medicinsku pomoć usled konzumiranja hrane koja sadrži larve parazita *Anisakis***. U Španiji se kao posebno značajna namirnica izdvajaju marinirani inćuni (*boquerones en vinagre*[299]).

298 *Invazivna listerioza je teži oblik bolesti kod kojeg Listeria monocytogenes prodire iz digestivnog trakta u krvotok ili druge organe i može izazvati sepsu, meningitis i druge ozbiljne komplikacije.*

299 *Boquerones en vinagre su tradicionalno špansko jelo od inćuna mariniranih u sirćetu, često služeno kao tapas.*

Širenje popularnosti jela od sirove ribe doprinelo je tome da se anisakijaza danas registruje i izvan područja u kojima je takav način ishrane tradicionalno zastupljen. Nakon unošenja živih larvi mogu se javiti **jak bol u stomaku, mučnina i povraćanje**, često već nekoliko sati nakon obroka. Larve mogu prodreti u sluzokožu želuca ili creva i izazvati izraženu lokalnu zapaljensku reakciju. Posebna karakteristika anisakijaze jeste mogućnost nastanka **jhj** na alergene ovog parazita. One mogu varirati od urtikarije i angioedema[300] do, u retkim slučajevima, anafilaksije,[301] a gastrointestinalni i alergijski simptomi mogu se javiti istovremeno. Zbog toga se u savremenoj literaturi opisuje i **gastroalergijska anisakijaza**, kod koje su istovremeno prisutni gastrointestinalni i alergijski simptomi. Prevencija se zasniva na odgovarajućoj termičkoj obradi ili propisanom zamrzavanju ribe namenjene konzumiranju u sirovom ili nedovoljno obrađenom stanju; mariniranje samo po sebi nije pouzdana mera uništavanja larvi.

Hemijske opasnosti

Hemijski hazardi u hrani mogu biti prirodno prisutni, nastati tokom čuvanja i prerade ili dospeti u hranu iz životne sredine. U kontekstu putovanja poseban značaj imaju oni koji mogu izazvati akutne zdravstvene poremećaje nakon pojedinačnog obroka, kao što su histamin u ribi, morski biotoksini i tetrodotoksin. Nasuprot tome, posledice izlaganja mikotoksinima češće su povezane sa dugotrajnijom ili ponovljenom izloženošću.

Histamin. Histaminsko ili skombroidno trovanje ribom predstavlja **alimentarnu intoksikaciju** koja po kliničkoj slici može ličiti na akutnu alergijsku reakciju. Naziv „skombroidno trovanje" potiče od riba iz porodice *Scombridae*, kojoj pripadaju tuna i skuša. Međutim, trovanje se može javiti i nakon konzumiranja sardine, inćuna, haringe, mahi-mahija, marlina i drugih vrsta ribe sa visokim sadržajem aminokiseline histidina. Zbog toga je naziv **histaminsko trovanje ribom** precizniji.

Za razliku od prirodnih morskih toksina, histamin se u ribi ne akumulira kroz lanac ishrane, već nastaje **nakon ulova**, prvenstveno usled neadekvatne kontrole vremena i temperature. Mišićno tkivo riba iz porodice *Scombridae* prirodno sadrži velike količine histidina, koji bakterije pomoću enzima **histidin-dekarboksilaze** pretvaraju u histamin. Bakterije koje stvaraju histamin mogu poticati iz **vode iz koje je riba izlovljena**, kao i sa škrga, površine i iz digestivnog trakta ribe, a tokom obrade mogu dospeti u kontakt sa mišićnim tkivom. **Za nakupljanje histamina u ribi presudni su vreme i temperatura**, zbog čega brzo hlađenje

300 *Urtikarija se ispoljava pojavom izdignutih, crvenih promena na koži praćenih svrabom, dok angioedem predstavlja dublji otok kože i potkožnog tkiva, najčešće na licu, usnama i očnim kapcima.*

301 *Anafilaksija je teška, brzo nastala sistemska alergijska reakcija koja može ugroziti život.*

nakon ulova, održavanje hladnog lanca i dobra higijenska praksa **predstavljaju osnovne preventivne mere**. Jednom formiran histamin je **termostabilan** i ne može se pouzdano ukloniti kuvanjem, pečenjem, dimljenjem, konzervisanjem ili zamrzavanjem. Dodatni problem predstavlja to što histidin-dekarboksilaza, enzim koji bakterije proizvode tokom svog rasta, može zadržati aktivnost tokom zamrzavanja i nastaviti delovanje nakon odmrzavanja. Uz to, riba može sadržati **povećanu količinu histamina, bez vidljivih znakova kvarenja**. Riba sa povišenim sadržajem histamina ponekad može imati papren ili oštar ukus ili izazvati osećaj peckanja u ustima, ali njen izgled, miris i ukus najčešće ostaju uobičajeni, te **senzorska procena nije pouzdana mera bezbednosti**.

Histaminsko trovanje karakteriše nagla pojava tegoba nakon konzumiranja ribe koja sadrži povišenu količinu histamina. **Simptomi se najčešće razvijaju 10-60 minuta nakon obroka**. Tipični su **naglo crvenilo lica i gornjeg dela tela i osećaj toplote**, a mogu se javiti glavobolja, svrab, urtikarija[302], palpitacije[303], abdominalni grčevi, mučnina, povraćanje i dijareja. Kod manjeg broja obolelih mogu nastati bronhospazam[304], hipotenzija[305], poremećaji srčanog ritma i respiratorne tegobe. Zbog crvenila, svraba i urtikarije trovanje se može pogrešno protumačiti kao alergija na ribu. Međutim, ono **nije imunološki posredovana alergijska reakcija, već intoksikacija izazvana histaminom**. Pojava sličnih simptoma kod više osoba koje su jele istu ribu dodatno ukazuje na zajedničku izloženost. Većina slučajeva ima blag i kratkotrajan tok, a simptomi se najčešće povlače tokom približno **12 sati**. Lečenje je uglavnom **simptomatsko**. Kod histaminskog trovanja H_1 antihistaminici[306] su obično efikasni u ublažavanju simptoma. Teški oblici su retki, ali izražena hipotenzija, bronhospazam, poremećaji srčanog ritma ili respiratorne tegobe zahtevaju **hitnu medicinsku procenu i odgovarajuće lečenje**.

Histaminsko trovanje može se javiti svuda gde se konzumiraju vrste ribe sa većim sadržajem histidina, bez obzira na to da li su lokalno ulovljene ili uvezene. Prema podacima EFSA i ECDC,[307] **u Evropskoj uniji je tokom 2024. godine prijavljeno 55 epidemija pripisanih histaminu**. Među epidemijama kod kojih je veza sa konkretnom hranom bila pouzdano utvrđena, **devet je bilo povezano sa ribom i proizvodima ribarstva**. Za turizam je posebno značajno što su među mestima izlaganja bili restorani, pabovi, ulična prodaja i objekti za hranu za poneti, dok su za putnike dodatno rizične situacije u kojima se riba kupuje na lokalnim pijacama ili konzumira tokom ribarskih tura i rekreativnog

302 *Urtikarija je pojava izdignutih, crvenih promena na koži praćenih svrabom.*
303 *Palpitacije su osećaj ubrzanog, jakog ili nepravilnog rada srca.*
304 *Bronhospazam predstavlja suženje disajnih puteva usled grčenja bronhijalne muskulature, što može otežati disanje.*
305 *Hipotenzija je sniženi krvni pritisak.*
306 *H_1 antihistaminici su lekovi koji ublažavaju dejstvo histamina i simptome kao što su svrab, crvenilo i urtikarija.*
307 ***EFSA** - Evropska agencija za bezbednost hrane (European Food Safety Authority); **ECDC** - Evropski centar za prevenciju i kontrolu bolesti (European Centre for Disease Prevention and Control).*

ribolova, naročito ako se neposredno nakon ulova ne ohladi dovoljno brzo i na odgovarajući način. **Histaminsko trovanje pokazuje da se bezbednost finalnog jela određuje mnogo pre nego što ono stigne do tanjira**: ako je tokom ulova, transporta ili skladištenja već došlo do stvaranja histamina, pravilna termička obrada u kuhinji ne može ukloniti već nastali hazard. Zato su ključni **pouzdani dobavljači, sledljivo poreklo proizvoda, kontrola temperature pri prijemu, pravilno skladištenje i neprekidno održavanje hladnog lanca**.

Ciguatera i morski biotoksini

Ribe, školjke i drugi proizvodi mora važan su deo gastronomske ponude brojnih turističkih destinacija, ali pojedini morski organizmi mogu akumulirati **prirodne toksine koje stvaraju mikroalge**. U povoljnim uslovima, kao što su odgovarajuća temeratura, dovoljno svetlosti i povećana količina hranljivih materija u vodi, mikroalge se mogu naglo umnožiti i izazvati pojavu poznatu kao cvetanje algi. Izraženo cvetanje ponekad može promeniti boju vode, koja može postati zelenkasta, smeđa ili crvenkasta, ali može proći i bez vidljivih promena. Kada u cvetanju učestvuju vrste koje stvaraju toksine, govori se o **štetnom cvetanju algi**. Kontaminirani proizvodi mogu imati potpuno uobičajen izgled, miris i ukus. Kod ciguatere toksini ulaze u lanac ishrane i akumuliraju se u grebenskim ribama, dok školjke filtriranjem vode mogu akumulirati različite toksine fitoplanktona. Za putnika je posebno važno da se mnogi od ovih toksina ne uklanjaju pouzdano termičkom obradom ili zamrzavanjem, tako da su **kontrolisano poreklo hrane i poštovanje zvaničnih upozorenja o štetnom cvetanju algi** ključne preventivne mere.

Ciguatera je najčešći oblik trovanja morskim biotoksinima u svetu i posebno je značajna za putnike koji konzumiraju velike grebenske ribe, kao što su barakuda, kirnja i murina. Ciguatera toksin stvaraju mikroalge rodova *Gambierdiscus* i *Fukuyoa*. Ciguatoksini ulaze u lanac ishrane preko manjih biljojednih riba koje se hrane toksičnim mikroalgama. Njih potom jedu veće predatorske ribe, u kojima se toksini dalje akumuliraju, zbog čega najveći rizik predstavljaju velike grebenske vrste. Veće koncentracije mogu se nalaziti u **jetri, crevima, glavi i ikri**. Riba pritom može biti potpuno sveža i pravilno čuvana, bez uočljivih promena izgleda, mirisa ili ukusa. Ciguatoksini su **termostabilni**, pa ih kuvanje, zamrzavanje, dimljenje, soljenje i drugi uobičajeni postupci pripreme ne uklanjaju.

Ciguatera je prvenstveno povezana sa **tropskim i suptropskim vodama**, naročito Pacifikom, Indijskim okeanom i Karipskim morem, uglavnom između približno 35° severne i 35° južne geografske širine. Međutim, područje rizika se širi. Među novije prepoznatim područjima nalaze se **Kanarska ostrva i Madeira**,

dok su mikroalge rodova *Gambierdiscus* i *Fukuyoa* utvrđene i na pojedinim mediteranskim ostrvima, uključujući Krit, Kipar i Balearska ostrva. Prisustvo mikroalgi, međutim, ne znači automatski da su na svakom od tih područja registrovana trovanja.

Procene ukazuju na **desetine hiljada slučajeva godišnje u svetu,** pri čemu je stvarni broj verovatno znatno veći zbog nedovoljnog prepoznavanja i prijavljivanja bolesti. Američki centri za kontrolu i prevenciju bolesti navode oko **50.000 slučajeva godišnje**, a u izrazito endemskim područjima[308] učestalost među putnicima procenjena je i do **3 slučaja na 100 putnika**. U okviru evropskog projekta *EuroCigua* registrovane su **34 epidemije sa 209 obolelih osoba u Evropi između 2012. i 2019. godine**. Međunarodna trgovina ribom dodatno menja geografiju rizika: riba ulovljena u endemskom području može biti konzumirana hiljadama kilometara dalje, pa se slučajevi mogu javiti i u zemljama u kojima ciguatera prirodno nije prisutna.

Prvi simptomi se najčešće javljaju **3 do 6 sati nakon obroka**, mada mogu nastati i kasnije. U početku dominiraju mučnina, povraćanje, abdominalni bol i dijareja, nakon čega se mogu razviti **neurološki simptomi** - parestezije[309], slabost, svrab i različiti poremećaji senzibiliteta. Posebno je karakteristična **hladna alodinija**[310] **i poremećena percepcija temperature**, pri kojoj dodir hladne vode ili predmeta može izazvati osećaj pečenja ili bola. Mogu se javiti i bradikardija[311] i hipotenzija. Gastrointestinalne tegobe uglavnom prolaze brzo, ali **neurološki simptomi mogu trajati nedeljama ili mesecima**, ponekad i znatno duže. Smrtni ishodi su danas retki i procenjuju se na manje od 0,1% slučajeva. **Specifičan antidot**[312] **ne postoji**, pa je lečenje usmereno na ublažavanje simptoma i održavanje vitalnih funkcija kod težih oblika. Kod izraženog gubitka tečnosti primenjuju se nadoknada tečnosti i elektrolita, dok terapija neuroloških i kardiovaskularnih simptoma zavisi od njihove težine.

Za razliku od histaminskog trovanja, kod kojeg je ključna neadekvatna kontrola vremena i temperature nakon ulova, ciguatoksini su već prisutni u ribi i pravilno hlađenje ne smanjuje rizik. Termostabilni su i ne uklanjaju se uobičajenom termičkom obradom, dok riba može imati potpuno uobičajen izgled, miris i ukus. Ciguatera se ne mora povezivati ni sa vidljivim cvetanjem algi ili promenom boje mora, pa se rizik ne može proceniti posmatranjem vode ili same ribe. Prevencija

308 *Endemska bolest – bolest koja je trajno prisutna u određenom geografskom području ili populaciji i u kojoj se povremeno registruju novi slučajevi.*

309 *Parestezije su neuobičajeni osećaji na koži, kao što su trnjenje, peckanje, mravinjanje ili utrnulost.*

310 *Alodinija je pojava bola izazvanog nadražajem koji uobičajeno nije bolan, na primer dodirom hladnog predmeta ili vode.*

311 *Bradikardija je usporen rad srca, odnosno smanjen broj otkucaja srca u minuti.*

312 *Antidot je supstanca ili lek koji poništava ili ublažava dejstvo otrova ili toksina u organizmu.*

se zato zasniva **na izboru vrste i porekla ribe, praćenju lokalnih upozorenja i izbegavanju velikih predatorskih grebenskih riba** i njihovih organa u područjima poznatim po ciguateri. Ni svežina ribe ni lokalna tradicija njenog konzumiranja ne predstavljaju garanciju bezbednosti, zbog čega je u ugostiteljstvu posebno važna kontrola porekla sirovine.

Trovanja školjkašima morskim biotoksinima. Školjke, naročito **bivalvni mekušci**[313], filtriraju velike količine vode i na taj način mogu akumulirati toksine koje stvaraju određene vrste **mikroalgi**. Toksični školjkaši pri tome ne moraju imati promenjen izgled, miris ili ukus. Rizik je često povezan sa štetnim cvetanjem algi, ali promena boje vode, poznata kao „**crvena plima**", nije neophodna da bi toksini bili prisutni.

U zavisnosti od toksina i kliničke slike razlikuju se četiri glavna sindroma: **paralitičko (PSP), dijaretičko (DSP), neurotoksično (NSP) i amnestičko trovanje školjkašima (ASP)**.

Paralitičko trovanje školjkašima -PSP. Paralitičko trovanje školjkašima (*Paralytic Shellfish Poisoning -PSP*) izazivaju **saksitoksini**, snažni neurotoksini koje stvaraju određeni dinoflagelati, mikroalge. Najčešći izvori su školjke, naročito dagnje i drugi bivalvni mekušci. PSP se javlja širom sveta, naročito u umerenim priobalnim područjima, a slučajevi su registrovani **u Severnoj i Južnoj Americi, Evropi, Aziji, Australiji i Novom Zelandu**. Simptomi se najčešće javljaju **30-60 minuta nakon konzumiranja** i uključuju trnjenje i utrnulost usana, jezika, lica i ekstremiteta, uz moguće mučninu, povraćanje i glavobolju. Kod težih trovanja mogu nastati poremećaji gutanja, mišićna slabost, **paraliza i respiratorna insuficijencija**. PSP predstavlja najteži oblik trovanja školjkašima. Specifičan **antidot ne postoji**, a lečenje je simptomatsko; u teškim slučajevima može biti neophodna mehanička ventilacija.

Dijaretičko trovanje školjkašima -DSP. Dijaretičko trovanje školjkašima (*Diarrheic Shellfish Poisoning -DSP*) najčešće izazivaju **okadaična kiselina i srodni toksini**, koji se akumuliraju prvenstveno u bivalvnim mekušcima. Trovanje je rasprostranjeno širom sveta, a epidemije su registrovane **u Evropi, Severnoj i Južnoj Americi i Aziji**. Kliničkom slikom dominiraju **dijareja, abdominalni bol, mučnina i povraćanje**. Simptomi se obično javljaju u prvim satima nakon obroka. Bolest je uglavnom kratkotrajna i završava se oporavkom tokom dva do tri dana. Smrtni ishodi nisu karakteristični, a lečenje je simptomatsko.

313 *Bivalvni mekušci su školjke sa dve ljušture, na primer dagnje, ostrige, vongole i kapice.*

Neurotoksično trovanje školjkašima -NSP. Neurotoksično trovanje školjkašima (*Neurotoxic Shellfish Poisoning -NSP*) izazivaju **brevetoksini**, koje prvenstveno stvara dinoflagelat Karenia brevis. Najčešće se registruje na **Karibima, Meksičkom zalivu i duž jugoistočne obale SAD**, a slučajevi su zabeleženi i na Novom Zelandu. Simptomi se najčešće razvijaju od 30 minuta do nekoliko sati nakon konzumiranja i kombinuju gastrointestinalne i neurološke tegobe, uključujući parestezije i poremećaje percepcije temperature. Trovanje je uglavnom blaže od PSP-a. **Za putnike je posebno značajno da kod NSP-a izlaganje može nastati i bez konzumiranja hrane.** Tokom intenzivnog cvetanja *K. brevis,* brevetoksini mogu dospeti u aerosol morske vode, pa osobe koje borave na obali mogu razviti kašalj, iritaciju i suženje disajnih puteva kao i posledično otežano disanje. Tegobe mogu biti izraženije kod osoba sa astmom.

Amnestičko trovanje školjkašima -ASP. Amnestičko trovanje školjkašima (*Amnesic Shellfish Poisoning -ASP*) izaziva **domoična kiselina**, neurotoksin koji stvaraju dijatomeje roda *Pseudo-nitzschia*. U odnosu na ostale sindrome, ASP je redak. Slučajevi su registrovani **u Severnoj i Južnoj Americi, Evropi, Australiji i Novom Zelandu**. U prvih 24 sata nakon konzumiranja mogu se javiti gastrointestinalni simptomi, nakon kojih se kod težih trovanja razvijaju glavobolja, dezorijentacija, kognitivni poremećaji i **gubitak pamćenja**. Teški oblici mogu dovesti do trajnih neuroloških posledica. Lečenje je simptomatsko i usmereno na održavanje vitalnih funkcija kod težih oblika.

Tabela 2. *Ciguatera* i najznačajnija trovanja školjkašima morskim biotoksinima

Sindrom	Glavni toksin	Najčešći izvor	Glavna karakteristika
Ciguatera	ciguatoksini	velike grebenske ribe	gastrointestinalni + dugotrajni neurološki simptomi
PSP	saksitoksini	bivalvni mekušci	parestezije, paraliza, respiratorna insuficijencija
DSP	okadaična kiselina i dinofizistoksini	bivalvni mekušci	dominantno dijareja i abdominalni bol
NSP	brevetoksini	bivalvni mekušci	gastrointestinalni + neurološki simptomi
ASP	domoična kiselina	školjke i neki drugi morski organizmi	neurološki poremećaji, naročito poremećaji pamćenja

Izvor: Prilagođeno prema *CDC, Yellow Book 2026: Food Poisoning from Marine Toxins*

Za sva ova trovanja zajedničko je da se prisustvo morskih biotoksina ne može pouzdano proceniti na osnovu izgleda, mirisa ili ukusa riba i školjkaša, a i da ih uobičajeni postupci pripreme hrane ne uklanjaju pouzdano. Prevencija se zato zasniva na kontrolisanom poreklu proizvoda, monitoringu biotoksina i poštovanju zvaničnih zabrana sakupljanja i prometa školjkaša. Za turiste je posebno važno da samostalno sakupljanje školjkaša može predstavljati rizik čak i kada voda izgleda potpuno normalno.

Tetrodotoksin i trovanje ribom fugu. Pojedine namirnice privlače turiste upravo zato što su neobične, lokalno specifične ili povezane sa dugom kulinarskom tradicijom. Jedan od najpoznatijih primera je **fugu**, japanski naziv za određene vrste riba koje mogu sadržati **tetrodotoksin (TTX)**, jedan od najpotentnijih poznatih prirodnih neurotoksina. U literaturi se često navodi da je njegova toksičnost približno **1.000 puta veća od toksičnosti cijanida**. Tetrodotoksin se kod riba može nalaziti naročito u **jetri, gonadama, crevima i koži**, dok njegova količina i raspodela zavise od vrste, jedinke i geografskog porekla. Tetrodotoksin blokira natrijumske kanale neophodne za prenos nervnih signala i normalan rad mišića, što može dovesti do progresivne paralize, uključujući **paralizu respiratorne muskulature**. Za bezbednost hrane posebno je značajno što prisustvo tetrodotoksina **ne mora promeniti izgled, miris ili ukus ribe**. Toksin je otporan na uobičajene postupke pripreme hrane i **ne može se pouzdano ukloniti termičkom obradom, zamrzavanjem, konzervisanjem, mariniranjem, soljenjem ili dimljenjem**. Bezbednost zato zavisi prvenstveno od tačne identifikacije vrste, korišćenja samo onih delova ribe koji su dozvoljeni za konzumiranje i stručne obrade.

Ribe koje mogu sadržati tetrodotoksin rasprostranjene su širom sveta, ali se trovanja fugom najčešće registruju u **Japanu i indo-pacifičkom području**. U Japanu se slučajevi i dalje prijavljuju svake godine. Prema podacima japanskog Ministarstva zdravlja, tokom **2025. godine registrovano je 11 slučajeva trovanja fugom sa 16 obolelih**, bez smrtnih ishoda. Značajan deo trovanja povezan je sa samostalnom pripremom ulovljenih riba ili konzumiranjem delova koji nisu namenjeni ishrani. Međutim, tetrodotoksin više nije značajan samo za azijske destinacije. Invazivna vrsta iz familije *Tetraodontidae, Lagocephalus sceleratus*, poreklom iz Indo-Pacifika, proširila se kroz Suecki kanal **u Sredozemno more**. Njeno širenje nastavljeno je prema severu, a najseverniji potvrđeni nalaz zabeležen je u **Medulinskom zalivu u Hrvatskoj u maju 2024**. godine. Pojava ove izrazito toksične vrste u Jadranu pokazuje da hazard koji se tradicionalno vezivao za udaljene destinacije može postati relevantan i za mediteranski turizam, rekreativni ribolov i lokalnu gastronomiju.

Simptomi trovanja ovim toksinom najčešće se javljaju veoma brzo, od približno 10 minuta do nekoliko sati nakon konzumiranja, i mogu započeti trnjenjem i utrnulošću usana, lica i ekstremiteta, vrtoglavicom i mučninom. Mogu se javiti i povraćanje, abdominalni bol i dijareja. Kod težih trovanja nastaju mišićna slabost, poremećaji govora i gutanja i progresivna paraliza, uključujući respiratornu muskulaturu. Kod izrazito teških trovanja mogu se javiti i bradikardija, drugi poremećaji srčanog ritma i cirkulatorni kolaps. Kod teških trovanja može nastati gotovo potpuna paraliza uz **očuvanu svest. Specifičan antidot ne postoji**, pa sumnja na trovanje tetrodotoksinom zahteva hitnu medicinsku procenu. Lečenje je usmereno na ograničavanje dalje apsorpcije toksina i održavanje disanja, cirkulacije i drugih vitalnih funkcija kod težih oblika trovanja.

Uprkos potencijalnoj toksičnosti, fugu predstavlja cenjeni i često **skup specijalitet japanske gastronomije**, a spoj tradicije, ekskluzivnosti i poznatog rizika doprineo je njegovoj posebnoj reputaciji među turistima. Zbog veoma velike toksičnosti tetrodotoksina i činjenice da njegova količina nije jednaka u svim delovima ribe, fugu se u popularnim opisima ponekad naziva „**gastronomskim ruskim ruletom**". Ipak, u profesionalnom ugostiteljstvu rizik se smanjuje tačnom identifikacijom vrste, kontrolom porekla, uklanjanjem toksičnih delova i stručnom pripremom. Bezbedna priprema zahteva specifično stručno znanje. U Japanu su propisane **vrste fugu riba, njihovi delovi i područja ulova** koji se mogu koristiti za ishranu, a obradu mogu obavljati isključivo posebno osposobljena lica u skladu sa lokalnim propisima. Za turiste je posebno značajno da CDC savetuje izbegavanje vrsta riba koje mogu sadržati tetrodotoksin čak i kada ih pripremaju obučeni kuvari.

Riba, školjkaši i drugi plodovi mora mogu biti povezani sa zdravstvenim rizicima veoma različitog porekla, zbog čega se mere kontrole moraju prilagoditi konkretnom uzroku. Kod histaminskog trovanja presudna je kontrola vremena i temperature nakon ulova, kod ciguatere vrsta i poreklo ribe, kod morskih biotoksina u školjkašima kontrolisano poreklo i praćenje zvaničnih upozorenja, dok su kod tetrodotoksina ključni pravilna identifikacija vrste i stručna obrada. Uporedne karakteristike ciguatere, histaminskog trovanja i trovanja tetrodotoksinom prikazane su u Tabeli 3.

Tabela 3. Uporedne karakteristike ciguatere, histaminskog trovanja i trovanja tetrodotoksinom

Karakteristika	Ciguatera	Histaminsko trovanje	Tetrodotoksin
Poreklo hazarda	ciguatoksini poreklom iz mikroalgi, koji ulaze u lanac ishrane	histamin nastao bakterijskom dekarboksilacijom histidina nakon ulova	prirodno akumuliran neurotoksin
Najčešća povezanost	velike grebenske ribe	tuna, skuša i druge ribe sa visokim sadržajem histidina	fugu i druge ribe naduvače
Značaj hladnog lanca	ne sprečava prisustvo toksina	ključna preventivna mera	ne sprečava prisustvo toksina
Termička obrada pouzdano uklanja hazard	ne	ne	ne
Glavna preventivna mera	izbor vrste i porekla ribe i praćenje lokalnih upozorenja	brzo hlađenje nakon ulova i održavanje hladnog lanca	pravilna identifikacija vrste, dozvoljeno poreklo i stručna obrada
Karakteristična klinička slika	gastrointestinalni i neurološki simptomi, poremećaj senzibiliteta	simptomi koji mogu podsećati na alergijsku reakciju	progresivna neuromišićna paraliza

Izvor: prilagođeno prema *CDC Yellow Book 2026 i Sanford et al.* (2017).

Alergeni

Neželjene reakcije na hranu obuhvataju različite poremećaje koji nastaju nakon konzumiranja određene hrane ili njenih sastojaka. Među njima je važno razlikovati **alergiju na hranu**, koja je imunološki posredovana, od **intolerancije na hranu,** koja najčešće nije imunološki posredovana već je povezana sa nemogućnošću varenja određenog sastojka hrane. **Alergija na hranu** nastaje kada imunski sistem reaguje na određenu komponentu hrane, najčešće protein. Kod osetljive osobe i veoma mala količina alergena može izazvati reakciju, čiji simtomi mogu zahvatiti kožu i sluzokože, digestivni, respiratorni i kardiovaskularni sistem, dok najteži oblik predstavlja **anafilaksija**, koja može brzo ugroziti život. **Intolerancija na hranu** ima drugačiji mehanizam nastanka, a intenzitet simptoma

često zavisi od unesene količine. Tipičan primer je **intolerancija na laktozu**, koja nastaje usled smanjene aktivnosti enzima laktaze u intestinalnom traktu, što za posledicu ima nemogućnost varenja laktoze zbog čega se može javiti nadimanje, gasovi, abdominalni bol i dijareja.

Za ugostiteljstvo je posebno važno da se ova dva stanja ne poistovećuju. **Mleko bez laktoze može biti pogodno za osobu sa intolerancijom na laktozu, ali nije bezbedno za osobu alergičnu na proteine mleka**, jer te proteine i dalje sadrži. Poseban izazov u međunarodnom ugostiteljstvu predstavljaju neželjene reakcije na pojedine sastojke hrane. Za razliku od većine mikrobioloških hazarda, određeni sastojak može biti potpuno bezbedan za većinu gostiju, a kod alergične osobe i mala količina može izazvati ozbiljnu reakciju. Bezbednost zato zavisi od tačnog poznavanja sastava jela, sprečavanja **unakrsnog kontakta alergena**[314] i pouzdane komunikacije između gosta, osoblja i kuhinje.

U Evropskoj uniji i Srbiji obavezno se pružaju informacije o **14 grupa sastojaka koji mogu izazvati alergije i/ili intolerancije**. Važeći propis Republike Srbije primenjuje se i na upakovanu i na neupakovanu hranu, a posebno uređuje i prezentaciju hrane u ugostiteljskim objektima. To su: **žitarice koje sadrže gluten** - pšenica, raž, ječam, ovas i njihovi hibridi; **ljuskari (rakovi)** i njihovi proizvodi; **jaja** i proizvodi od jaja; **riba** i proizvodi ribarstva; **kikiriki** i proizvodi od kikirikija; **soja** i proizvodi od soje; **mleko** i proizvodi od mleka; **jezgrasto voće** -badem, lešnik, orah, indijski orah, pekan, brazilski orah, pistać i makadamija; **celer** i proizvodi od celera; **slačica** i proizvodi od slačice; **susam** i proizvodi od susama; **sumpor-dioksid i sulfiti** iznad propisanog nivoa; **lupina** i proizvodi od lupine; **mekušci** i njihovi proizvodi. Važno je razlikovati ovu **regulatornu listu** od spiska najčešćih alergija u populaciji. Među najčešće zastupljenim alergenima navode se **mleko, jaja, pšenica, soja, kikiriki, jezgrasto voće, riba, ljuskari i mekušci**.

Procene učestalosti alergija na hranu značajno zavise od načina njihovog utvrđivanja. U velikoj evropskoj meta-analizi alergiju na hranu samostalno je prijavilo oko **13% ispitanika**, dok je kontrolisanim testom izlaganja potvrđena kod oko **0,8%. Ova razlika pokazuje da samoprijavljena i medicinski potvrđena alergija nisu isto**. Sa stanovišta turizma još su zanimljiviji podaci o osobama koje već imaju poznatu alergiju. Pregled istraživanja objavljen 2025. godine pokazao je da je **6,9-10% putnika sa alergijom na hranu doživelo alergijsku reakciju tokom putovanja**, dok se učestalost reakcija tokom avionskog putovanja u analiziranim istraživanjima kretala između **1,7 i 3,0%**. Kikiriki i jezgrasto voće bili su najčešće prijavljivani uzročnici i činili su do 75% opisanih reakcija. Ovi procenti se, naravno, odnose na **putnike koji već imaju alergiju na hranu**, a ne na sve turiste.

314 *Unakrsni kontakt alergena označava nenamerni prenos alergena sa jedne hrane na drugu.*

Lečenje alergijske reakcije zavisi od njene težine. Kod blažih simptoma mogu se primeniti **antihistaminici**, koji ublažavaju dejstvo histamina. Kod teških reakcija, posebno anafilaksije, **intramuskularni adrenalin je lek prvog izbora i treba ga primeniti bez odlaganja**. Osobe kod kojih postoji rizik od teške alergijske reakcije sa sobom bi uvek trebalo da imaju adrenalinski auto-injektor i individualni plan postupanja. **Antihistaminici ne mogu zameniti adrenalin u lečenju anafilaksije**. Za osoblje hotela ili restorana najvažnije je da prepozna da ozbiljna reakcija zahteva **hitnu medicinsku pomoć**. Od zaposlenih se, naravno, ne očekuje postavljanje dijagnoze, ali se očekuje da ozbiljno shvate informaciju gosta o alergiji i da ne improvizuju kada nisu sigurni u sastav jela.

Kod intolerancije je postupanje drugačije i zavisi od uzroka; kod intolerancije na laktozu simptomi se mogu ublažiti ograničavanjem unosa laktoze, izborom proizvoda sa smanjenim sadržajem laktoze ili primenom preparata laktaze.

Osoba sa alergijom u svakodnevnom životu uglavnom poznaje proizvode koje kupuje, restorane koje posećuje i način na koji može da proveri sastav hrane. Putovanje tu kontrolu smanjuje. Turista se susreće sa **nepoznatim recepturama, lokalnim nazivima namirnica, drugačijim načinima pripreme i jezičkom barijerom.** Tradicionalno jelo može sadržati alergen koji se iz njegovog naziva ne može pretpostaviti. Sos može sadržati kikiriki ili susam, supa mleko ili jaje, desert orašaste plodove, dok se riblji ili sojini sastojci mogu koristiti kao začini i komponente složenih jela. Rizik se zato ne odnosi samo na alergene koji su očigledno prisutni u jelu, već i na one koji mogu biti deo sastojaka, preliva, začina ili drugih komponenti recepture. **Komunikacija postaje deo sistema bezbednosti hrane**. Posebno kod međunarodnih putovanja korisno je da osoba sa ozbiljnom alergijom može **jasno navesti alergen na jeziku zemlje u kojoj boravi**, zbog čega se koriste i kartice sa nazivom alergena i kratkim objašnjenjem alergije. Najopasniji odgovor zaposlenog nije „ne znam", već **neprovereno „mislim da nema".**

U profesionalnoj kuhinji poseban problem predstavlja **unakrsni kontakt alergena** (*allergen cross-contact*), odnosno **nenamerni prenos alergena** sa jedne hrane, površine, pribora ili opreme na drugu hranu. Do njega može doći tokom skladištenja, preko noževa, dasaka i radnih površina, korišćenjem zajedničkog pribora ili istog ulja za prženje, kao i zbog neadekvatnog čišćenja između pripreme različitih jela. Poseban izazov u hotelima predstavlja izlaganje hrane na švedskom stolu, gde gosti mogu premeštati pribor između posuda ili preneti deo jedne hrane u drugu. Takođe, uklanjanje vidljivog alergena sa već pripremljenog jela nije pouzdana niti prihvatljiva mera, jer tragovi alergena mogu ostati prisutni.

Kod upakovane hrane alergeni moraju biti jasno označeni među sastojcima, dok kod **neupakovane hrane** informacije o njihovom prisustvu moraju biti dostupne potrošaču. **U Evropskoj uniji i Srbiji ugostiteljski objekti imaju obavezu da gostu, pre konzumacije, pruže informacije o sastojcima koji mogu izazvati alergije i/ili intolerancije.** Podaci u jelovniku moraju odgovarati **stvarnoj recepturi**, pa promene dobavljača, proizvoda ili recepture zahtevaju kontinuiranu i sistemsku proveru i ažuriranje informacija. **Iz tog razloga, upravljanje alergenima ne počinje tek kada gost postavi pitanje, već pri nabavci sirovina i proveri informacija dobavljača**, a nastavlja se tokom prijema, skladištenja, pripreme, čišćenja, serviranja i komunikacije sa gostom. Osoblje u nabavci mora raspolagati pouzdanim specifikacijama proizvoda, kuhinjsko osoblje mora poznavati načine sprečavanja unakrsnog kontakta, dok osoblje koje prima i servira porudžbine mora znati **gde može da proveri pouzdanu informaciju i kome da se obrati kada nije sigurno**. U praksi je zato važan neprekinut tok informacija: **gost → osoblje koje prima porudžbinu → kuhinja → osoblje koje servira → gost. Za turizam su alergeni značajan primer hazarda kod kojeg komunikacija postaje kontrolna mera**. Bezbednost obroka ne zavisi samo od toga šta se nalazi u kuhinji već i od toga da li je gost uspeo da objasni svoj problem, da li ga je zaposleni pravilno razumeo i da li je ta informacija tačno preneta osobi koja priprema i servira hranu.

ZDRAVSTVENA ISPRAVNOST VODE, PIĆA I LEDA TOKOM PUTOVANJA

Zdravstveno ispravna voda potrebna je ne samo za piće već i za **pripremu napitaka i leda, pranje namirnica i zuba, uzimanje lekova i pripremu hrane**. U sredinama u kojima zdravstvena ispravnost vode iz vodovoda nije pouzdana, prednost treba dati flaširanoj vodi iz pouzdanog izvora, u neoštećenoj, fabrički zatvorenoj ambalaži, ili vodi koja je obrađena odgovarajućim postupkom. Potencijalno nebezbedna voda ne bi trebalo da dospe ni u usta tokom pranja zuba.

Rizik povezan sa vodom značajno se razlikuje među turističkim destinacijama i zavisi od pouzdanosti lokalnog vodosnabdevanja, sanitacije i higijenskih uslova. Prema podacima WHO i UNICEF-a, u 2024. godini oko **2,1 milijarda ljudi** nije imala pristup zdravstveno ispravnoj vodi za piće, dok je oko **106 miliona ljudi koristilo površinsku vodu iz nezaštićenih izvora**. Ovi podaci ne određuju neposredno rizik za pojedinačnog turistu, ali pokazuju zašto se preporuke o vodi razlikuju među destinacijama i zašto je u pojedinim sredinama potreban veći oprez pri izboru vode za piće, led i pripremu hrane.

Flaširana voda često predstavlja praktičan izbor tokom putovanja, posebno u sredinama u kojima postoji sumnja u pouzdanost lokalnog vodosnabdevanja. Ipak, **sama činjenica da se voda nalazi u boci nije apsolutna garancija njene zdravstvene ispravnosti**, zbog čega pažnju treba obratiti na neoštećen originalni zatvarač i fabrički zatvorenu ambalažu, dok u hotelima i restoranima dodatnu sigurnost pruža otvaranje boce pred gostom. U istim okolnostima, topliji napici poput čaja ili kafe mogu predstavljati bezbedniji izbor ukoliko su pripremljeni vodom koja je neposredno pre toga proključala, dok bezbednost napitaka iz automata i dozatora zavisi od kvaliteta vode koja se koristi za njihovu pripremu.

Kada je reč o ledu koji se dodaje u piće, treba ga posmatrati kao vodu, odnosno on mora zadovoljavati iste higijenske zahteve kao i voda za piće. Zbog toga poreklo vode od koje je led napravljen predstavlja važan deo procene njegove zdravstvene ispravnosti, a kada ono nije poznato, takav led je bolje izbegavati. Iako je rasprostranjeno verovanje da alkohol u koktelima ili drugim alkoholnim pićima može smanjiti rizik od infekcije, njegova prisutnost ne **obezbeđuje pouzdano uništavanje patogena** koji mogu biti prisutni u kontaminiranom ledu. Bezbednost, međutim, ne zavisi samo od kvaliteta vode već i od **načina rukovanja ledom i posuđem za serviranje**. Led namenjen neposrednoj upotrebi ne treba uzimati direktno rukama, već odgovarajućom lopaticom ili hvataljkama.

Sličan princip odnosi se na serviranje pića: treba izbegavati dodirivanje delova čaše ili šolje koji dolaze u kontakt sa ustima gosta. Pažnju zahteva i spoljašnja površina limenki i boca, naročito kada su hlađene potapanjem u zajedničku posudu sa vodom i ledom. Pre direktnog ispijanja otvor i rub ambalaže treba očistiti i osušiti. **Za turistu zato nije važno samo šta se nalazi u čaši, već i način na koji se piće čuva, hladi, njime rukuje i servira**.

Poseban izazov predstavlja obezbeđivanje zdravstveno ispravne vode tokom **kampovanja, planinarenja**, ***trekking*-a**[315], **lova, ribolova, safarija i višednevnih boravaka u udaljenim područjima**. Bistar planinski izvor, potok ili jezero mogu izgledati potpuno čisto, ali izgled vode ne pruža informaciju o njenoj mikrobiološkoj bezbednosti. Prirodni izvori mogu biti kontaminirani fekalnim materijalom ljudi, domaćih i divljih životinja, kao i površinskim oticanjem nakon obilnih padavina. O uzročnicima koji se mogu preneti kontaminiranom vodom već je bilo reči u poglavlju o putničkoj dijareji, pa ih ovde nije potrebno ponovo detaljno razmatrati. U takvim uslovima zdravstveno ispravna voda nije potrebna samo za piće, već i za **pripremu hrane, rekonstituisanje dehidriranih obroka, pranje**

315 ***Trekking*** *je duže pešačenje kroz prirodna, često udaljena i zahtevnija područja, koje može trajati više sati ili nekoliko dana.*

voća i povrća, ruku i pribora. Upotreba kontaminirane vode u bilo kojoj od ovih faza može ugroziti bezbednost obroka. **Koliko se mere predostrožnosti u prirodi lako zanemaruju pokazuje istraživanje među 330 slovenačkih planinara i izletnika**. Iako je korišćenje vode iz prirodnih izvora bilo relativno uobičajeno, učesnici su je veoma retko filtrirali ili tretirali dezinfekcionim tabletama. Zanimljivo je da je istovremeno 3**0% ispitanika upravo netretiranu vodu iz prirodnih izvora navelo kao mogući uzrok bolesti tokom planinarskih aktivnosti**. Ovaj primer pokazuje da prepoznavanje rizika ne znači nužno i primenu odgovarajućih mera zaštite.

Kada zdravstvena ispravnost dostupne vode nije pouzdana, bilo u turističkom smeštaju, na udaljenoj destinaciji ili tokom boravka u prirodi, voda se pre upotrebe može tretirati **prokuvavanjem, filtracijom, hemijskom dezinfekcijom, UV zračenjem ili kombinacijom ovih postupaka**. Njihova efikasnost nije jednaka prema svim mikroorganizmima i zavisi od kvaliteta vode i uslova primene.

Prokuvavanje predstavlja jedan od najpouzdanijih i najjednostavnijih postupaka mikrobiološke dezinfekcije vode. Vodu treba dovesti do punog ključanja i ostaviti da ključa najmanje **jedan minut**. Na većim nadmorskim visinama voda ključa na nižoj temperaturi, ali je temperatura ključanja i dalje dovoljna za uništavanje uzročnika crevnih infekcija. Važno je, međutim, napomenuti da prokuvavanje prvenstveno uklanja **mikrobiološki rizik**. Ono ne eliminiše rastvorene hemijske kontaminante, teške metale i druga hemijska zagađenja. Ako postoji sumnja na hemijsku kontaminaciju, potrebno je koristiti drugi izvor vode i ne oslanjati se samo na prokuvavanje.

Kada prokuvavanje nije moguće, mogu se koristiti **filtracija, hemijska dezinfekcija, UV tretman ili kombinacija postupaka**. Prenosivi mikrofilteri mogu dobro uklanjati bakterije i protozoe, uključujući *Giardia* i *Cryptosporidium*, ali mnogi od njih ne uklanjaju pouzdano sitne enterične viruse. U područjima sa intenzivnim fekalnim zagađenjem zato može biti potrebna kombinacija filtracije i dodatne dezinfekcije.

Za hemijsku dezinfekciju vode tokom planinarenja, kampovanja i drugih boravaka u prirodi dostupni su **prenosivi preparati u obliku tableta ili kapi**, namenjeni tretmanu manjih količina vode na terenu. Najčešće sadrže jedinjenja hlora ili **hlor-dioksid**, dok se preparati na bazi joda danas koriste ređe. Njihova efikasnost zavisi od **vrste preparata, primenjene doze, vremena kontakta, temperature i kvaliteta vode**, pa je važno pridržavati se uputstva proizvođača. Mutna voda i prisustvo organskog materijala mogu umanjiti dejstvo dezinfekcionog sredstva, zbog čega je takvu vodu, kada je moguće, potrebno prethodno razbistriti ili filtrirati.

Preparati na bazi hlora efikasni su protiv mnogih bakterija i virusa, ali su manje pouzdani prema pojedinim protozoama, naročito *Cryptosporidium*-u, čiji su otporni razvojni oblici izrazito rezistentni na koncentracije koje se uobičajeno koriste za tretman vode. **Hlor-dioksid je efikasniji prema ovim oblicima**, ali zahteva odgovarajuće vreme kontakta. Preparati na bazi joda nisu pogodni za dugotrajnu upotrebu, a kod trudnica i osoba sa bolestima štitaste žlezde prednost treba dati drugim postupcima tretmana vode.

Prenosivi UV uređaji mogu se koristiti za mikrobiološki tretman relativno bistre vode. Njihova efikasnost zavisi od odgovarajuće doze zračenja i prozirnosti vode, pa zamućenje i suspendovane čestice mogu smanjiti dejstvo. Kao ni prokuvavanje, UV tretman ne uklanja hemijske kontaminante iz vode.

BEZBEDNOST HRANE I VODE U RAZLIČITIM OBLICIMA PUTOVANJA

Način putovanja utiče na okolnosti u kojima putnik nabavlja, čuva i konzumira hranu i piće. Razlike između putovanja automobilom, autobusom, železnicom, avionom ili brodom ne odnose se samo na trajanje puta već i na broj mesta na kojima se hrana nabavlja, mogućnost održavanja hladnog lanca, vreme između pripreme i konzumiranja obroka, dostupnost uslova za higijenu i stepen organizovanosti ketering sistema.

Prevozno sredstvo samo po sebi ne predstavlja uzrok bolesti. Ono, međutim, određuje **koliko je sistem ishrane organizovan, ko kontroliše hranu i koliko etapa obrok prolazi pre nego što stigne do putnika**. Tokom putovanja automobilom veliki deo odgovornosti ima sam putnik; u železničkom saobraćaju mogu se kombinovati sopstvena hrana, stanice i organizovani ketering; u avionu obrok postaje deo strogo kontrolisanog međunarodnog sistema, dok kruzer istovremeno funkcioniše kao prevozno sredstvo, hotel i veliki ugostiteljski objekat.

Bez obzira na način putovanja, isti osnovni mehanizmi mogu ugroziti bezbednost hrane. Neodgovarajuća temperatura i dugo vreme čuvanja mogu omogućiti razmnožavanje mikroorganizama i, kod pojedinih bakterija, stvaranje toksina, dok se nepravilnim rukovanjem mikroorganizmi mogu preneti sa ruku, sirovih namirnica, pribora i površina na hranu spremnu za konzumiranje. Zbog toga **kontrola vremena i temperature, higijena ruku i opreme i sprečavanje unakrsne kontaminacije predstavljaju zajedničke osnove bezbednog postupanja sa hranom**, bez obzira na to da li je obrok pripremljen kod kuće, kupljen usput ili poslužen u okviru organizovanog keteringa.

Stepen organizovanosti i formalizacije sistema ishrane razlikuje se među vrstama putovanja. Avionski ketering karakterišu visoko standardizovani postupci pripreme, transporta i kontrole, dok su u pomorskom i železničkom saobraćaju mogući različiti modeli organizacije. Kod drumskog putovanja ishrana je najviše fragmentisana i često zavisi od izbora samog putnika i velikog broja različitih prodajnih mesta. Pri poređenju treba imati u vidu i da su incidenti u avionskom i pomorskom saobraćaju sistematičnije evidentirani nego događaji tokom drumskog putovanja.

Posebnu pažnju tokom transporta zahtevaju lako kvarljive namirnice i hrana spremna za konzumiranje, jer se nakon pripreme često više ne podvrgavaju postupku koji bi smanjio mikrobiološki rizik.

Putovanje drumskim saobraćajem

Drumsko putovanje predstavlja situaciju u kojoj turista često ima **najveću slobodu izbora, ali istovremeno i najveću ličnu odgovornost za bezbednost hrane**. Tokom samo jednog putovanja može konzumirati hranu pripremljenu kod kuće, proizvode sa benzinske ili autobuske stanice, obrok u restoranu uz autoput ili hranu kupljenu od lokalnog prodavca.

Kod hrane koja se nosi od kuće, bezbednost u velikoj meri zavisi od **vremena između pripreme i konzumiranja i temperature na kojoj se hrana tokom puta čuva**. Lako kvarljive namirnice trebalo bi održavati na temperaturi približno **4 °C ili nižoj**, za šta se mogu koristiti termoizolovane rashladne torbe ili prenosivi frižideri sa rashladnim ulošcima. Važno je, međutim, da hrana bude dobro rashlađena još **pre polaska**, jer rashladni ulošci prvenstveno održavaju već postignutu nisku temperaturu, a ne služe za brzo hlađenje prethodno tople hrane. Korisno je rashladiti i samu torbu pre pakovanja, rasporediti uloške oko lako kvarljivih namirnica i izbegavati često otvaranje. Pošto se piće tokom puta obično uzima češće, njegovo odvajanje u posebnu rashladnu torbu može pomoći da se temperatura hrane duže održi stabilnom. Posebnu pažnju zahteva sirovo meso koje se nosi radi kasnije pripreme. Najbezbednije je da sirovo meso bude odvojeno od hrane spremne za konzumiranje, po mogućnosti u posebnom prenosivom frižideru. Ako se čuvaju zajedno, sirove namirnice treba držati u dobro zatvorenoj nepropusnoj ambalaži i smestiti na dno ručnog frižidera, ispod hrane spremne za konzumiranje, kako bi se sprečila unakrsna kontaminacija u slučaju isticanja tečnosti. I mesto na kojem se rashladna torba nalazi tokom vožnje utiče na održavanje temperature: treba je zaštititi od direktnog sunčevog zračenja i držati u najhladnijem dostupnom delu vozila.

Za višesatnu vožnju praktičnije je birati namirnice koje ne zahtevaju stroge temperaturne uslove čuvanja. Sendvič sa pršutom i tvrdim sirom može biti pogodniji izbor za dužu vožnju, jer ove namirnice, zbog nižeg sadržaja vode i većeg sadržaja soli, imaju veću stabilnost od mnogih drugih lako kvarljivih nadeva. Povrće sa većim sadržajem vode, poput paradajza i krastavca, bolje je dodati neposredno pre konzumiranja, jer tokom stajanja otpušta tečnost, povećava vlažnost nadeva i time smanjuje stabilnost sendviča tokom čuvanja. Za putovanja bez mogućnosti hlađenja mogu se birati i namirnice koje se mogu čuvati na sobnoj temperaturi, kao što su voće koje nije prethodno isečeno, orašasti plodovi, suvo voće, krekeri i fabrički zatvoreni proizvodi koji prema deklaraciji ne zahtevaju čuvanje u frižideru.

Na kraju, izgled, miris i ukus ne mogu pouzdano pokazati da li je lako kvarljiva hrana bezbedna za konzumiranje. Zato je važnije koliko je dugo bila izvan odgovarajućih temperaturnih uslova: **bez hlađenja ne bi trebalo da ostane na sobnoj temperaturi duže od približno dva sata, odnosno oko jedan sat kada je spoljašnja temperatura viša od 32 °C.**

Tokom drumskog putovanja, međutim, putnik se ne oslanja samo na hranu ponesenu od kuće, već obroke i napitke često kupuje usput, na benzinskim stanicama, odmorištima i drugim objektima duž puta. Sama lokacija prodaje, međutim, ne govori mnogo o bezbednosti hrane. Mnogo je važnije **kako je proizvod čuvan i izložen** prodaji, da li je ambalaža neoštećena, rok upotrebe važeći, rashladna vitrina odgovarajuće temperature i topla hrana održavana u odgovarajućim temperaturnim uslovima. Uredan i posećen objekat može ulivati poverenje, ali **vizuelni utisak sam po sebi nije dokaz mikrobiološke bezbednosti**.

Kod drumskih putovanja hrana se nabavlja na velikom broju različitih mesta, pa je eventualni zdravstveni problem često teško povezati sa konkretnim obrokom ili objektom. **To ne znači da je rizik manji, već da ga je teže pratiti i dokazati njegov izvor**.

Putovanje železničkim i avionskim saobraćajem

Železnički i vazdušni saobraćaj povezuje činjenica da se obroci često pripremaju **izvan samog prevoznog sredstva**, u centralnim ili specijalizovanim ketering objektima, a zatim transportuju i ukrcavaju neposredno pre polaska. Zbog toga bezbednost obroka zavisi od čitavog lanca hrane - od pripreme i hlađenja do skladištenja, transporta, ukrcavanja i serviranja. **Kašnjenje u bilo kom delu tog lanca može produžiti vreme između pripreme i konzumiranja, zbog čega je kod obroka koji zahtevaju kontrolisanu temperaturu posebno važno održati odgovarajući temperaturni režim do serviranja**.

Koliko zajednički ketering može povezati različite vrste saobraćaja pokazuje epidemija salmoneloze registrovana u Finskoj, u kojoj je obolelo **226 osoba** - 107 železničkih putnika, 91 avionski putnik i 28 zaposlenih u objektu za pripremu hrane. Putnici u vozu i avionu konzumirali su različite obroke, ali su oni poticali iz istog ketering objekta. Visoka spoljna temperatura i propusti u održavanju hladnog lanca dodatno su doprineli problemu. **Ovaj događaj jasno pokazuje da uzrok epidemije ne mora biti samo prevozno sredstvo, već se može nalaziti mnogo ranije, u zajedničkoj tački pripreme i distribucije hrane**.

Razlika između železničkog i vazdušnog saobraćaja pre svega je u stepenu organizovanosti i formalizacije sistema. U železničkom saobraćaju mogu se kombinovati sopstvena hrana putnika, kupovina na stanicama i organizovani ketering, dok avionski ketering predstavlja jedan od **najsloženijih i najstrože kontrolisanih sistema masovne ishrane putnika**. Godišnje se posluži više od milijardu avionskih obroka, a visok stepen organizacije, dokumentovanja i nadzora doprinosi tome da savremeni avionski ketering ima **veoma dobar bezbednosni profil.**

Značaj ovih kontrola pokazale su velike epidemije iz ranijeg perioda. Godine 1975. na jednom letu obolelo je **196 od 344 putnika** nakon konzumiranja šunke kontaminirane stafilokokama; problem je nastao kombinacijom kontaminacije od strane zaposlenog i neodgovarajućeg temperaturnog režima. Još veća epidemija salmoneloze zabeležena je 1984. godine nakon 29 transatlantskih letova, kada je procenjeno da je obolelo **više od 2.700 putnika**. Ovakvi događaji doprineli su razvoju strožih procedura koje danas karakterišu avionski ketering.

Savremeni sistemi ovu kontrolu dodatno mogu unaprediti primenom **digitalne sledljivosti i IoT senzora**[316], koji omogućavaju kontinuirano praćenje temperaturnih uslova tokom skladištenja, transporta i perioda do posluživanja obroka u avionu, kao i brže prepoznavanje odstupanja. Razmatra se i primena veštačke inteligencije za analizu prikupljenih podataka i ranije prepoznavanje mogućih problema u lancu ishrane.

Putovanje pomorskim saobraćajem

Putovanje trajektom obično traje relativno kratko, dok krstarenje može potrajati danima ili nedeljama. Kruzer zato istovremeno funkcioniše kao **prevozno sredstvo, hotel, restoran, bar, rekreativni prostor i zatvorena ili poluzatvorena zajednica**, u kojoj se svakodnevno priprema i poslužuje veliki broj obroka. Iako epidemije na kruzerima često privlače veliku medijsku pažnju, to ne znači da

316 *IoT (Internet of Things - Internet stvari) označava mrežu povezanih senzora i uređaja koji automatski prikupljaju i razmenjuju podatke, na primer o temperaturi tokom skladištenja i transporta hrane.*

je brodska hrana sama po sebi rizičnija. Savremeni kruzeri imaju razvijene sisteme higijenske kontrole, interne stručne službe i redovne spoljne inspekcije, a epidemiološki podaci pokazuju da je učestalost akutnih gastrointestinalnih oboljenja tokom krstarenja poslednjih decenija opadala. **Zanimljivo je da je u jednom velikom istraživanju učestalost samoprijavljenih stomačnih tegoba bila niža kod putnika na krstarenjima nego kod turista na organizovanim kopnenim putovanjima**, što pokazuje da veliki broj obroka i zatvoren prostor ne znače automatski i veći rizik.

Poseban epidemiološki značaj na kruzerima ima **norovirus**. U sistemu nadzora američkog CDC-a tokom 2006-2019. u proseku je beleženo oko **12 epidemija norovirusa godišnje**, a više od **90% gastrointestinalnih epidemija sa utvrđenim uzročnikom** bilo je povezano sa ovim virusom. Ipak, ove podatke treba posmatrati u odnosu na približno **127 miliona putnika** koji su tokom istog perioda putovali na 252 kruzera obuhvaćena nadzorom. Učestalost akutnog gastroenteritisa među putnicima pritom se gotovo prepolovila sa **32,5 na 16,9 slučajeva na 100.000 putničkih dana**, što govori u prilog unapređenju preventivnih mera i nadzora. **Dužina krstarenja takođe ima značaj**: čak 75% istraženih epidemija među putnicima dogodilo se na putovanjima koja su trajala **11-21 dan**, što pokazuje da duži boravak velikog broja ljudi u zatvorenoj ili poluzatvorenoj sredini povećava mogućnost širenja infekcije. Ovi podaci pokazuju da kruzeri predstavljaju sredinu u kojoj se infekcija može brzo širiti, ali istovremeno i turistički sistem sa veoma razvijenim epidemiološkim nadzorom.

Utvrđena infekcija norovirusom na kruzeru **ne znači automatski da je izvor bila hrana**. Virus može uneti zaraženi putnik ili član posade, a zatim se širiti neposrednim kontaktom, preko kontaminiranih površina ili aerosolom nastalim tokom povraćanja. Zbog toga kontrola na kruzerima ne obuhvata samo hranu, već i **rano prijavljivanje simptoma, izdvajanje obolelih, higijenu ruku, pravilno postupanje nakon povraćanja i pojačano čišćenje i dezinfekciju**.

Iako se gastrointestinalne infekcije na kruzerima ne mogu automatski pripisati hrani, ishrana ostaje važan deo sistema kontrole jer putnici tokom višednevnog krstarenja veliki broj obroka konzumiraju na brodu. Čest oblik usluživanja je **švedski sto**, gde veliki broj gostiju koristi isti prostor i zajednički pribor. Rizik ne proizlazi iz samog načina usluživanja, već raste ako se hrana dugo drži na neodgovarajućoj temperaturi, nije dovoljno zaštićena ili se kontaminacija prenosi preko ruku, pribora i površina.

Pri epidemiološkoj proceni važno je i da nisu svi obroci konzumirani tokom krstarenja pripremljeni na brodu. Putnici tokom pristajanja često jedu u lokalnim restoranima, na pijacama ili kod uličnih prodavaca, a simptomi se mogu razviti tek nakon povratka na kruzer. Zato treba uzeti u obzir čitav itinerer putnika i sve obroke koje je konzumirao, a ne samo hranu posluženu na brodu.

Bezbednost hrane tokom putovanja ne određuje vrsta prevoza sama po sebi, već način na koji se čitav lanac - od pripreme i čuvanja do transporta i konzumiranja - organizuje i kontroliše.

UGOSTITELJSKA I ORGANIZOVANA ISHRANA TURISTA

Hoteli, restorani, rizorti[317] (*resort*) i drugi objekti u kojima se organizovano priprema i poslužuje hrana imaju posebno mesto u zaštiti zdravlja turista, jer gost veliki deo kontrole nad hranom prepušta pružaocu usluge. Za razliku od situacija u kojima putnik sam kupuje ili priprema hranu, kod ugostiteljskog obroka on najčešće nema neposredan uvid u poreklo sirovina, uslove njihovog skladištenja, higijenu prostora u kojem je hrana pripremljena niti vreme koje je proteklo između pripreme i posluživanja. **Bezbednost obroka zato zavisi od funkcionisanja čitavog sistema**.

U ugostiteljstvu taj sistem počinje izborom dobavljača i nabavkom sirovina, a nastavlja se njihovim transportom, prijemom i skladištenjem, pripremom, termičkom obradom, hlađenjem, eventualnim ponovnim zagrevanjem, čuvanjem i posluživanjem. U svakoj od tih faza može doći do pojave ili opstanka hazarda, kao i do povećanja rizika povezanog sa njihovim prisustvom. **Bezbednost gotovog jela zato se ne obezbeđuje samo kontrolom na kraju procesa, već pravilnim postupanjem tokom čitavog lanca hrane - od dobavljača do gosta**.

Bezbednost hrane u ugostiteljskim objektima

Bezbednost pripremljenog jela u restoranu počinje mnogo pre njegovog serviranja. Nabavka treba da bude usklađena sa jelovnikom, očekivanim brojem gostiju, kapacitetima skladištenja i realnom potrošnjom. Prekomerne količine sirovina mogu dovesti do produženog čuvanja, preopterećenja rashladnih prostora i bacanja hrane, dok izbor pouzdanih dobavljača i mogućnost utvrđivanja porekla proizvoda predstavljaju važnu početnu tačku kontrole.

Prijem sirovina nije samo administrativna radnja. Pri prijemu se proveravaju vrsta i stanje isporučenih namirnica, neoštećenost ambalaže, rok upotrebe, uslovi transporta i, kada je potrebno, temperatura proizvoda. Namirnice sa znacima kvarenja, oštećenom ambalažom ili drugim nepravilnostima ne treba da ulaze u dalji proces, dok se one koji zahtevaju hlađenje ili zamrzavanje bez nepotrebnog zadržavanja prenose u odgovarajući rashladni prostor. **Ako su bezbednost ili kvalitet proizvoda ozbiljno narušeni pre dolaska u objekat, kasnije pravilno postupanje ne može uvek otkloniti već nastale posledice**.

317 *Rizort - turistički kompleks koji, pored smeštaja, obično objedinjuje različite ugostiteljske, rekreativne i druge sadržaje namenjene boravku turista.*

Tokom skladištenja potrebno je obezbediti odgovarajuće temperaturne uslove i odvojiti sirove proizvode, kao što su sirovo meso i jaja, od hrane spremne za konzumiranje, kao što su termički obrađena hrana, salate i hladna predjela. Kada potpuno prostorno razdvajanje nije moguće, različite radne operacije mogu se razdvojiti vremenski, uz odgovarajuće čišćenje i dezinfekciju prostora, opreme i pribora između njih. Organizacija prostora zato nije samo pitanje funkcionalnosti kuhinje. Poželjno je da se tok rada kreće **od prijema sirovine prema gotovom jelu**, uz što manje ukrštanja sirovih i gotovih proizvoda, čistih i nečistih tokova i različitih radnih operacija. Na taj način raspored prostora i opreme postaje deo prevencije, a ne samo organizacije rada.

Posebnost ugostiteljske proizvodnje jeste to što se u isto vreme priprema veliki broj različitih jela, sa različitim sirovinama, postupcima obrade i načinima serviranja. Neka jela se nakon termičke obrade odmah poslužuju, druga se hlade i serviraju hladna, neka se pripremaju unapred i ponovo zagrevaju, dok određena jela nakon pripreme više nemaju fazu kojom bi se eventualna naknadna mikrobiološka kontaminacija mogla eliminisati ili smanjiti na prihvatljiv nivo. Tokom jednog servisnog perioda u istoj kuhinji mogu se istovremeno pripremati topla i hladna jela, salate, deserti i hrana spremna za neposredno konzumiranje. **Upravo ta istovremenost i raznovrsnost povećavaju broj mogućih mesta na kojima može doći do gubitka kontrole.**

Veličina restoranske sale nije jedini pokazatelj realnog kapaciteta objekta. U praksi se često povećava broj mesta za goste, dok kuhinjski, skladišni i rashladni kapaciteti ne rastu u istoj meri. **Proširenje kapaciteta sale bez odgovarajućeg povećanja mogućnosti kuhinje može stvoriti nesrazmeru između broja gostiju koje objekat može da primi i broja obroka koje može bezbedno da pripremi i posluži**. Kada skladište, rashladni uređaji, radne površine, oprema ili broj zaposlenih ne mogu da prate obim usluge, hrana duže čeka između pojedinih faza, tokovi rada se češće ukrštaju, a vremenski pritisak povećava mogućnost greške.

Put hrane ne završava se termičkom obradom. Nakon pripreme jelo može biti hlađeno, čuvano, ponovo zagrevano, porcionisano, dekorisano, transportovano ili izloženo pre nego što stigne do gosta. Što je više takvih koraka između pripreme i konzumiranja, veći je značaj kontrole uslova u kojima se hrana nalazi i načina na koji se njome rukuje.

Kroz gotovo čitav tok ugostiteljske proizvodnje posebno se izdvajaju dva međusobno povezana faktora: **kontrola vremena i temperature i sprečavanje unakrsne kontaminacije.** Njihov značaj, kao i postupci odmrzavanja, hlađenja, podgrevanja i čuvanja hrane do posluživanja, detaljnije su razmotreni u nastavku.

Vreme, temperatura i unakrsna kontaminacija kao faktori rizika

Kontrola vremena i temperature i sprečavanje unakrsne kontaminacije predstavljaju međusobno povezane elemente bezbednog postupanja sa hranom u ugostiteljstvu. Njihov značaj posebno dolazi do izražaja u profesionalnim kuhinjama, gde se istovremeno odmrzavaju i obrađuju sirove namirnice, hlade i čuvaju pripremljena jela, podgrevaju ranije pripremljeni obroci i odvija njihovo porcionisanje i serviranje.

Temperatura određuje da li će mikroorganizmi prisutni u hrani imati uslove za rast i razmnožavanje. U stručnoj praksi zato se koristi pojam **opasna temperaturna zona** (***danger zone***), odnosno temperaturni opseg u kojem se veliki broj bakterija može brzo razmnožavati. Kao praktična orijentacija navodi se opseg od približno **5 do 60 °C**. Međutim, sama temperatura ne određuje rizik - podjednako je važno **koliko dugo se hrana u tom opsegu nalazi**. Hrana koja zahteva temperaturni režim čuvanja, kao što su meso, riba, mlečni proizvodi, jela sa jajima i većina pripremljenih gotovih jela, treba da se čuva u odgovarajućim rashladnim uslovima. Kada se takva hrana iznese iz rashladnog uređaja, vreme tokom kojeg se nalazi **van kontrolisanih temperaturnih uslova, odnosno u opasnoj temperaturnoj zoni,** mora biti ograničeno. Kao praktično pravilo primenjuje se period do **četiri sata**, nakon čega se hrana odbacuje.

Ukoliko je reč o zamrznutoj sirovini, **kontrola vremena i temperature počinje još tokom odmrzavanja**. Najbezbednije je da se zamrznuta hrana odmrzava u rashladnom uređaju pri približno 4 °C. **Odmrzavanje na sobnoj temperaturi nije preporučljivo zato što se namirnica ne odmrzava ravnomerno: površinski slojevi se odmrznu mnogo pre unutrašnjosti i mogu dospeti u opasnu temperaturnu zonu dok je središnji deo još uvek zamrznut**. U tim površinskim delovima tada se mogu stvoriti uslovi pogodni za razmnožavanje mikroorganizama. **Tokom odmrzavanja posebnu pažnju treba posvetiti sprečavanju unakrsne kontaminacije**. Meso i riba treba da budu zaštićeni i smešteni tako da tečnost koja se oslobađa tokom odmrzavanja ne može kontaminirati drugu hranu, naročito onu spremnu za konzumiranje. Ako se odmrzavanje obavlja pod hladnom tekućom vodom, dodatni rizik predstavlja prskanje i kontaminacija okolnih površina. Hrana odmrznuta u mikrotalasnoj pećnici zahteva neposrednu termičku obradu, jer se pojedini delovi namirnice tokom takvog odmrzavanja mogu već zagrejati do temperatura pogodnih za rast mikroorganizama. Potpuno odmrzavanje važno je i za ravnomernu termičku obradu, jer veliki komad hrane može spolja izgledati pripremljen dok njegova unutrašnjost još nije dostigla potrebnu temperaturu čak ni po završetku termičke obrade.

Termička obrada predstavlja važnu meru kontrole mikrobioloških hazarda, ali se **bezbednost hrane njenim završetkom ne podrazumeva**. Ako se pripremljeno jelo ne poslužuje odmah, jedan od najosetljivijih narednih koraka je hlađenje. Velike količine tople hrane hlade se sporo, pa unutrašnji delovi mogu dugo ostati u temperaturnom području pogodnom za razmnožavanje mikroorganizama. Zbog toga se hrana deli u manje količine i hladi u plićim i širim posudama, uz omogućenu cirkulaciju hladnog vazduha. **Cilj brzog hlađenja jeste da hrana što kraće prolazi kroz temperaturni opseg pogodan za rast mikroorganizama**. Da bi se pripremljena hrana bezbedno sačuvala za kasniju upotrebu, njeno hlađenje mora biti dovoljno brzo i kontrolisano. U ugostiteljskoj praksi preporučuje se da se temperatura termički obrađene hrane sa približno **60 °C spusti na oko 10 °C u roku od četiri sata, a zatim na približno 4 °C tokom naredna dva sata. Veličina porcije, dubina posude, količina hrane i cirkulacija vazduha zato neposredno utiču na brzinu hlađenja**.

Kada se ranije termički obrađena i pravilno ohlađena hrana ponovo priprema za posluživanje, značajan korak predstavlja **podgrevanje**. Ono mora biti dovoljno brzo i efikasno da odgovarajuća temperatura bude postignuta u svim delovima hrane, a ne samo na njenoj površini. Pri podgrevanju prethodno termički obrađene i ohlađene hrane potrebno je da temperatura u središtu proizvoda dostigne najmanje 73 °C, nakon čega se hrana odmah poslužuje ili održava u odgovarajućem toplom režimu. **Ponovljene cikluse hlađenja i podgrevanja treba izbegavati**, jer produžavaju vreme rukovanja hranom i povećavaju mogućnost naknadne kontaminacije i boravka u temperaturnim uslovima pogodnim za rast mikroorganizama.

Sa kontrolom vremena i temperature neposredno je povezana **unakrsna kontaminacija**. Ona nastaje kada se mikroorganizmi sa sirove ili kontaminirane hrane prenesu na drugu hranu neposrednim kontaktom ili preko ruku zaposlenih, opreme, pribora i radnih površina. Posebno je opasan prenos na **hranu spremnu za konzumiranje**, jer nakon takve kontaminacije često više ne postoji postupak kojim bi se mikroorganizmi eliminisali ili sveli na prihvatljiv nivo.

U profesionalnoj kuhinji putevi prenosa nisu uvek očigledni. **Noževi, daske za sečenje, ruke zaposlenih, radne površine, krpe i sunđeri mogu postati posrednici između sirove namirnice i gotovog jela**. Ako se istim priborom obrađuje sirovo meso, a zatim bez odgovarajućeg pranja i dezinfekcije salata ili pečeno meso, mikroorganizmi se mogu preneti na hranu koja se više neće termički obrađivati. Zato se **pribor i daske** razdvajaju prema nameni ili jasno označavaju, a između različitih operacija pravilno peru i dezinfikuju. Posebno se lako potcenjuje uloga **krpa i sunđera**. Vlažni materijali zadržavaju ostatke hrane i vodu, dolaze u kontakt sa različitim radnim površinama i, ako se nepravilno

koriste ili nedovoljno često menjaju i dezinfikuju, mogu umesto uklanjanja kontaminacije doprineti njenom širenju kroz kuhinju. **Čovek** nije samo izvršilac preventivnih mera već može biti i **važan posrednik prenosa mikroorganizama**. Ruke zaposlenih tokom rada dolaze u kontakt sa sirovim namirnicama, ambalažom, otpadom, opremom i različitim površinama, a zatim mogu dodirnuti pribor ili hranu spremnu za konzumiranje. Pranje ruku zato nije izdvojena higijenska navika, već postupak kojim se **prekida put prenosa mikroorganizama između različitih faza pripreme hrane**.

Najveći problem nastaje kada se naknadna kontaminacija udruži sa neodgovarajućom kontrolom vremena i temperature. Hrana se, na primer, može pravilno termički obraditi, zatim naknadno kontaminirati tokom porcionisanja, a potom ostati dovoljno dugo u opasnoj temperaturnoj zoni da se preneti mikroorganizmi razmnože. **Kontaminacija određuje kako mikroorganizam dospeva u hranu, dok vreme i temperatura u velikoj meri određuju šta će se sa njim nakon toga dogoditi**.

Rizici povezani sa različitim oblicima usluživanja hrane

Osnovni principi bezbednosti hrane ne ispoljavaju se na isti način u svim oblicima ugostiteljskog usluživanja. Kod usluživanja po narudžbini najveći izazov predstavlja istovremena priprema velikog broja različitih jela, kod švedskog stola vreme izlaganja hrane i neposredno učešće gostiju, dok posluživanje u sobi uvodi dodatni period između pripreme i konzumiranja. *All-inclusive* sistem objedinjuje više ovih oblika i dodatno povećava organizacionu složenost, jer je hrana tokom dana dostupna na većem broju mesta i u dužem vremenskom periodu.

Kod usluživanja po narudžbini (***à la carte***) jelo se najčešće priprema ili završava neposredno pre serviranja, pa je vreme između završetka pripreme i konzumiranja relativno kratko. Specifičnost ovog sistema predstavlja velika raznovrsnost jela koja se istovremeno pripremaju, naročito u periodima najvećeg opterećenja restorana. U isto vreme mogu se obrađivati sirove namirnice, pripremati salate i hladna predjela, termički obrađivati jela, porcionisati i izdavati porudžbine. **Rizik zato nije prvenstveno posledica dužeg izlaganja hrane, već velikog broja različitih operacija koje se istovremeno odvijaju na ograničenom prostoru.** Dobra organizacija radnih tokova, razdvajanje sirovih i gotovih proizvoda i koordinacija zaposlenih posebno su važni kada je kuhinja pod najvećim vremenskim pritiskom.

Švedski sto (*buffet*) predstavlja jedan od najčešćih oblika organizovanog usluživanja hrane u hotelima i resortima, ali i na kruzerima. Omogućava istovremeno usluživanje velikog broja gostiju uz širok izbor jela, ali njegova posebnost sa stanovišta bezbednosti hrane jeste to što se pripremljena hrana određeno vreme drži izložena, dok gosti neposredno učestvuju u samousluživanju. **Švedski sto sam po sebi ne predstavlja nebezbedan način usluživanja**, ali zahteva održavanje odgovarajuće temperature i kontrolu vremena izlaganja hrane. Praktičnije je iznositi manje količine hrane i češće ih dopunjavati nego velike količine ostavljati izložene tokom čitavog perioda usluživanja. Posebnu pažnju zahteva dopunjavanje posuda: hranu koja je već određeno vreme bila izložena ne treba mešati sa sveže pripremljenom hranom, jer se time onemogućava pouzdano praćenje vremena izlaganja. **Nova količina hrane zato treba da zameni prethodnu, a ne da joj se samo dodaje**.

Osetljivost hrane koja se poslužuje na **švedskom stolu** pokazuju i mikrobiološki podaci. U retrospektivnoj analizi **5.146 uzoraka gotovih obroka** iz objekata sa švedskim stolom u Brazilu, **15,68% uzoraka nije ispunilo primenjene mikrobiološke kriterijume**. Najveći udeo nezadovoljavajućih nalaza zabeležen je kod pašteta i sličnih proizvoda, salata na bazi majoneza i mešanih salata. Iako se rezultati jednog regiona ne mogu preneti na sve švedske stolove, oni ukazuju na **osetljivost već pripremljene hrane koja se izlaže i konzumira bez dodatne obrade**.

Kod švedskog stola kontrola se ne završava radom zaposlenih, jer **i ponašanje gostiju može uticati na bezbednost izložene hrane**. Zajednički pribor za serviranje prolazi kroz veliki broj ruku, može biti prenet iz jednog jela u drugo ili pasti u posudu, dok dodirivanje hrane rukama, kašljanje ili kijanje u njenoj neposrednoj blizini predstavljaju dodatne moguće puteve kontaminacije. U posmatračkom istraživanju sprovedenom u **10 objekata sa švedskim stolom, na 3.447 potrošača, čak 96% posmatranih osoba nije opralo ruke pre samousluživanja**, dok približno polovina nije pravilno koristila pribor namenjen pojedinim jelima. Ovi nalazi ne znače da švedski sto sam po sebi predstavlja oblik usluživanja sa visokim rizikom, već pokazuju da njegova bezbednost u velikoj meri zavisi od **organizacije prostora i ponašanja gostiju**. Odgovarajući pribor za svako jelo, zaštita izložene hrane, pravovremena zamena pribora i nadzor prostora zato imaju važan praktični značaj.

Posluživanje u sobi (*room service*) uvodi dodatnu fazu između kuhinje i gosta. Obrok koji je u kuhinji pravilno pripremljen i porcionisan mora biti zaštićen i transportovan kroz hotel, pri čemu se produžava vreme do konzumiranja. Zbog toga značaj imaju održavanje odgovarajućeg temperaturnog režima, zaštita jela tokom prenosa i organizacija dostave tako da pripremljena hrana ne čeka

nepotrebno pre nego što stigne do gosta. **Posluživanje u sobi zato nije samo logistička usluga, već nastavak procesa pripreme hrane koji se završava tek njenom dostavom gostu**.

All-inclusive **predstavlja širi koncept organizacije hotelske ishrane, a ne poseban način usluživanja**. U okviru njega mogu se kombinovati švedski sto, restorani sa usluživanjem po narudžbini, barovi, međuobroci i različiti punktovi sa hranom i pićem. Organizacijska složenost raste zato što je hrana dostupna tokom velikog dela dana i na više mesta, pa umesto nekoliko jasno odvojenih obroka postoji gotovo kontinuiran ciklus pripreme, izlaganja, posluživanja i dopunjavanja. Takav način organizacije otežava i procenu količine hrane koju treba pripremiti. Od švedskog stola se često očekuje da i pred kraj obroka izgleda bogato i potpuno popunjeno, zbog čega se može pripremiti i izložiti više hrane nego što će gosti zaista konzumirati. **Višak hrane tada nije samo ekonomsko i ekološko pitanje, već i pitanje bezbednosti**, jer se hrana koja je duže bila izložena, van odgovarajućih temperaturnih uslova ili u neposrednom kontaktu sa gostima i zajedničkim priborom ne može jednostavno sačuvati za kasniju konzumaciju. U istraživanju sprovedenom u *all-inclusive* hotelima u Hurgadi, na osnovu 47 vođenih intervjua sa unapred definisanim temama sa menadžerima, kuvarima i drugim odgovornim zaposlenima, među značajnim uzrocima nastanka otpada izdvojeni su sam koncept *all-inclusive* usluge, ponašanje gostiju, kontinuirana dostupnost hrane, organizacija hotela i postupci zaposlenih. **Bezbednost hrane i smanjenje otpada zato nisu suprotstavljeni ciljevi**. Preciznije predviđanje broja gostiju, priprema količina usklađenih sa realnom potrošnjom, iznošenje manjih količina hrane i češće dopunjavanje mogu istovremeno olakšati kontrolu vremena izlaganja, povećati bezbednost hrane i smanjiti količinu hrane koja ostaje nepotrošena.

Organizovana ishrana turista obuhvata i situacije u kojima se obroci pripremaju za veće grupe ili poslužuju izvan mesta na kojem su pripremljeni. Banketi, kongresi, konferencije, turističke ture, izleti, sportske grupe, *lunch*-paketi i različiti oblici keteringa podrazumevaju da se veliki broj obroka pripremi i posluži u relativno kratkom vremenu. **Veliki broj obroka sam po sebi ne predstavlja rizik ako su kapacitet kuhinje, oprema, skladišni i rashladni prostor i broj zaposlenih usklađeni sa obimom proizvodnje**. Problem nastaje kada potrebe događaja ili grupe premaše realne mogućnosti objekta. Tada se povećava pritisak na zaposlene, produžava vreme između pojedinih faza pripreme, a radni i skladišni prostori mogu postati preopterećeni. Kod spoljašnjeg keteringa lanac se dodatno produžava jer između pripreme i konzumiranja ulaze **pakovanje, transport, istovar, privremeno čuvanje, raspodela i eventualno ponovno zagrevanje hrane**. Bezbednost obroka zato ne zavisi samo od rada kuhinje, već i od načina na koji je organizovan njegov put do mesta posluživanja.

Posebnost organizovane ishrane grupa jeste i to što veći broj ljudi često konzumira **isti ili veoma sličan obrok u približno isto vreme.** Ako se kod više članova iste grupe pojave slični gastrointestinalni simptomi, podaci o jelovniku, korišćenim sirovinama, isporukama, vremenu pripreme i grupama kojima je obrok poslužen mogu biti veoma značajni za rekonstrukciju događaja. **Sledljivost obroka i mogućnost njegovog povezivanja sa konkretnom grupom i korišćenim sirovinama zato predstavljaju važan deo organizacije ovakvog sistema ishrane**.

Sezonsko opterećenje, promene jelovnika i specifičnosti destinacije

Turističko ugostiteljstvo karakterišu velike promene tokom godine, ne samo u broju gostiju već i u vrsti i obimu hrane koja se priprema. Tokom visoke sezone raste broj obroka, isporuka i zaposlenih, dok se skladišni, rashladni i proizvodni kapaciteti koriste znatno intenzivnije. **Sezonalnost zato može povećati rizik i kada se sam način pripreme hrane nije promenio. Dovoljno je da isti sistem u kratkom periodu mora da opsluži znatno veći broj gostiju**.

Ovaj problem posebno je izražen u destinacijama sa izrazito sezonskim turizmom. U istraživanju sprovedenom između februara 2016. i februara 2018. godine u **220 objekata za pružanje usluga hrane u šest gradova crnogorskog primorja** ukazano je na poseban problem sezonskog zapošljavanja. **Više od polovine objekata obuhvaćenih istraživanjem** poslovalo je samo od maja do septembra, dok su tokom sezone često angažovani radnici bez prethodnog iskustva u radu sa hranom i odgovarajuće stručne obuke. **Povećanje obima rada i istovremeni dolazak novih zaposlenih zato mogu predstavljati posebno osetljivu kombinaciju**.

Dodatnu složenost stvaraju **promene i proširivanje jelovnika**, koje su u ugostiteljstvu česte zbog sezonske ponude, strukture gostiju, gastronomskih trendova, posebnih događaja i zahteva tržišta. Uvođenje novog jela može zahtevati novu sirovinu, drugačije uslove skladištenja, dodatne postupke pripreme ili promenu organizacije rada. U istraživanju objavljenom 2021. godine, koje je obuhvatilo **20 objekata za pružanje usluga hrane i 202 zaposlena u Brazilu**, u objektima sa složenijim jelovnicima zabeleženo je **više propusta u bezbednosti hrane, dok je kod zaposlenih bio izraženiji sindrom sagorevanja** (***burnout***).

Posebno osetljiva situacija nastaje kada se povećanje broja gostiju, angažovanje sezonskih radnika i promena ili proširenje jelovnika dogode istovremeno, što je česta karakteristika početka visoke turističke sezone. Priprema za sezonu zato ne podrazumeva samo povećanje zaliha i broja zaposlenih, već i procenu da li **kapacitet kuhinje, oprema, skladišni i rashladni prostori i organizacija rada** mogu da podrže veći obim i složeniju ponudu hrane.

UPRAVLJANJE BEZBEDNOŠĆU HRANE U TURIZMU

Bezbednost hrane u ugostiteljstvu obuhvata čitav tok, od nabavke i prijema sirovina do pripreme, čuvanja i posluživanja hrane. Zato se ne može svesti na pojedinačne higijenske mere, već zahteva organizovan pristup kojim se hazardi prepoznaju i kontrolišu tokom procesa. **Jedan od najvažnijih takvih pristupa jeste HACCP (*Hazard Analysis and Critical Control Points* - analiza opasnosti i kritične kontrolne tačke)**.

HACCP je počeo da se razvija šezdesetih godina XX veka u okviru američkog svemirskog programa, sa ciljem da se astronautima obezbedi bezbedna hrana tokom svemirskih misija. U takvim uslovima nije bilo dovoljno oslanjati se samo na kontrolu gotovog proizvoda, već je bilo potrebno unapred prepoznati faze procesa u kojima se mogu pojaviti značajni hazardi i uspostaviti mere njihove kontrole. **Upravo ta preventivna logika, prepoznati i kontrolisati hazard pre nego što ugrozi potrošača, ostala je suština HACCP-a i danas**.

HACCP sistem kao zakonska obaveza

U profesionalnom poslovanju hranom ova preventivna logika nije samo preporuka, već predstavlja **i zakonski zahtev**. Prema članu 47. Zakona o bezbednosti hrane („Sl. glasnik RS", br. 41/2009 i 17/2019), subjekti u poslovanju hranom dužni su da, u svakom objektu pod svojom kontrolom, **uspostave sistem** za osiguranje bezbednosti hrane u svim fazama proizvodnje, prerade i prometa, osim na nivou primarne proizvodnje, **u skladu sa principima dobre proizvođačke i higijenske prakse i analize opasnosti i kritičnih kontrolnih tačaka - HACCP-a**. Ova obaveza odnosi se i na ugostiteljstvo, odnosno na hotele, restorane, ketering i druge objekte koji posluju hranom. U praksi to znači da objekat mora biti u stanju da pokaže **koji su značajni hazardi prepoznati, na koji način se kontrolišu, ko je odgovoran za pojedine postupke i šta se preduzima kada dođe do odstupanja**. Zakon, dakle, ne polazi od posedovanja određenog dokumenta, već od toga da je sistem uspostavljen i da se primenjuje u svakodnevnom radu.

Važno je razlikovati **primenu HACCP-a od sertifikacije. Zakonska obaveza je uspostavljanje i primena sistema zasnovanog na HACCP principima, a ne posedovanje „HACCP sertifikata"**. Sertifikacija podrazumeva nezavisnu proveru usaglašenosti sistema sa određenim zahtevima i izdavanje sertifikata kada su ti zahtevi ispunjeni. Objekat se za takvu proveru može odlučiti iz poslovnih razloga, na primer zbog zahteva hotelskog lanca, poslovnog partnera ili tendera, ali sertifikat ne zamenjuje obavezu stvarne primene sistema. **Sertifikat, prema tome, nije garancija da se incident nikada neće dogoditi.** Vrednost sistema

ogleda se u tome da se hazardi kontrolišu u svakodnevnom radu, odstupanja pravovremeno uočavaju i odgovarajuće mere preduzimaju pre nego što bezbednost hrane bude ugrožena.

Preduslovni programi kao osnova HACCP sistema

HACCP počiva na preduslovnim programima. Pre nego što se pristupi analizi hazarda i određivanju kritičnih kontrolnih tačaka, u objektu moraju biti uspostavljeni i primenjeni osnovni uslovi i postupci koji omogućavaju bezbedno poslovanje hranom. Bez takve osnove HACCP plan teško može da funkcioniše, jer bi morao da kontroliše probleme koji bi trebalo da budu rešeni već kroz svakodnevnu organizaciju i higijenu rada.

Osnovu preduslovnih programa čine do**bra proizvođačka praksa - GMP (Good Manufacturing Practice) i dobra higijenska praksa - GHP (*Good Hygiene Practice*)**. One obuhvataju opšte uslove i postupke koji treba da budu uspostavljeni u objektu pre nego što se pristupi kontroli specifičnih hazarda kroz HACCP. Za razliku od njih, HACCP plan se razvija u odnosu na konkretne proizvode, procese i tokove pripreme hrane. **Preduslovni programi zato predstavljaju osnovu na kojoj se HACCP sistem dalje gradi**.

Dobra proizvođačka praksa odnosi se pre svega na način na koji je rad organizovan kako bi se sprečila kontaminacija hrane. U ugostiteljstvu to, na primer, podrazumeva odgovarajući raspored i održavanje prostorija, izbor i održavanje opreme, njenu proveru i kalibraciju kada je potrebno, odgovarajuće postupanje sa sirovinama, organizaciju skladištenja i transporta, kao i jasno određene odgovornosti zaposlenih. Dobra proizvođačka praksa, pojednostavljeno, **određuje kako objekat treba da bude organizovan** i kako proces treba da se odvija da bi se hrana pripremala u odgovarajućim uslovima. Dobra higijenska praksa više je usmerena na stvaranje i održavanje **higijenski odgovarajućeg okruženja i načina rada**. Ona obuhvata, na primer, čišćenje i dezinfekciju prostora i opreme, ličnu higijenu i zdravstveno stanje zaposlenih, pravilno čuvanje sredstava za čišćenje i dezinfekciju, kao i određivanje ko, kada i na koji način sprovodi pojedine higijenske postupke. Poenta je vrlo praktična. Ako kuhinja nema odgovarajuće uslove za pranje ruku, oprema se ne održava, čišćenje nije organizovano ili se sirova hrana ne razdvaja od hrane spremne za konzumiranje, takvi nedostaci moraju se najpre rešiti kroz preduslovne programe. Tek na toj osnovi može se razvijati i pouzdano primenjivati HACCP plan.

Koliko su preduslovni programi važni pokazuje novije istraživanje sprovedeno u ugostiteljskim objektima u Sarajevu. Među objektima bez uspostavljenog HACCP sistema, **80% je imalo neusaglašene preduslovne programe**, dok su nepovoljni sanitarno-tehnički i higijenski uslovi izdvojeni kao jedna od prepreka

uspešnom upravljanju bezbednošću hrane. Sličan problem pokazalo je i ranije istraživanje sprovedeno u 115 subjekata koji posluju hranom u Ankari, u kojem je **92,2% ispitanika** nedostatak odgovarajućih preduslovnih programa navelo kao prepreku uspešnoj primeni HACCP-a.

Uspostavljanje HACCP sistema

Uspostavljanje HACCP sistema odvija se kroz dve međusobno povezane faze - **fazu pripreme i fazu realizacije**. Faza pripreme obuhvata **pet koraka**: formiranje HACCP tima, opis proizvoda, utvrđivanje namene proizvoda i potencijalnih korisnika, izradu dijagrama toka i njegovu proveru u stvarnim uslovima rada. Faza realizacije zasniva se na **sedam principa HACCP-a**: analizi hazarda, određivanju kritičnih kontrolnih tačaka, utvrđivanju kritičnih granica, uspostavljanju monitoringa, definisanju korektivnih mera, verifikaciji sistema i vođenju odgovarajuće dokumentacije. Uspostavljanje HACCP sistema zato se može posmatrati kroz **12 koraka -pet pripremnih i sedam koji odgovaraju principima HACCP-a**.

Faza pripreme ima zadatak da obezbedi pouzdane informacije o proizvodu i stvarnom načinu rada pre nego što započne analiza hazarda. **Ako ova faza nije dobro sprovedena, ni kasnija primena sedam principa ne može biti pouzdana**, jer će se zasnivati na nepotpunom ili pogrešnom prikazu procesa.

Prvi korak je formiranje HACCP tima. Tim treba da čine osobe koje zajedno raspolažu znanjem o različitim delovima procesa - nabavci i prijemu sirovina, skladištenju, pripremi hrane, opremi, higijeni i organizaciji rada. U hotelskoj kuhinji to mogu biti, na primer, šef kuhinje, F&B menadžer i osoba odgovorna za nabavku ili skladište. Suština multidisciplinarnog pristupa jeste da se proces ne posmatra samo iz jedne perspektive: kuvar najbolje poznaje način pripreme, dok drugi članovi tima mogu bolje poznavati dobavljače, uslove skladištenja, opremu ili organizaciju rada.

Drugi korak je opis proizvoda. Njegov cilj nije samo navođenje sastojaka ili recepture, već utvrđivanje karakteristika proizvoda koje mogu biti značajne za kasniju analizu opasnosti i primenu HACCP-a. Zato opis obuhvata sastav i sirovine, način pripreme i obrade, način konzervisanja, uslove čuvanja i transporta, rok upotrebe i način na koji će proizvod biti poslužen ili konzumiran. U ugostiteljstvu se to dobro vidi na jednostavnom primeru. *Pileći file na žaru koji se nakon termičke obrade odmah poslužuje nije, sa stanovišta HACCP-a, isti kao pileći file koji se nakon pripreme hladi, čuva i kasnije podgreva*. Sirovina može biti ista, ali se razlikuju dalji postupci i uslovi kojima je hrana izložena, pa se razlikuju i hazardi koje treba razmatrati. Opis proizvoda zato HACCP timu daje osnovu za procenu **koje karakteristike proizvoda i načina njegove pripreme mogu biti značajne za bezbednost hrane**.

Treći korak odnosi se na namenu proizvoda i potrošače kojima je namenjen. Potrebno je znati kako se očekuje da će proizvod biti konzumiran i kome je namenjen. Većina jela namenjena je opštoj populaciji, ali među gostima mogu biti deca, starije osobe, trudnice ili osobe sa oslabljenim imunitetom. Ovaj podatak je važan jer **isti hazard ne mora imati isti značaj za sve grupe potrošača**.

Četvrti korak je izrada dijagrama toka, odnosno prikaza redosleda operacija kroz koje proizvod prolazi. Za navedeni primer on bi, pojednostavljeno, mogao da izgleda ovako: *prijem pilećeg mesa → rashladno skladištenje → priprema → termička obrada → porcionisanje → posluživanje*. Dijagram toka omogućava da se proces sagleda kao celina i da se kasnije, korak po korak, razmotri koji su hazardi povezani sa pojedinim fazama procesa i na kojim mestima se primenjuju mere njihove kontrole. Ako se više jela priprema na isti ili veoma sličan način, moguće ih je obuhvatiti zajedničkim dijagramom toka.

Peti korak je provera dijagrama toka u stvarnim uslovima rada. HACCP tim zato ne ostaje samo na dokumentaciji, već proverava da li zapisani tok zaista odgovara onome što se događa u kuhinji. Ako je, na primer, navedeno da se jelo nakon termičke obrade odmah servira, a u praksi deo hrane određeno vreme čeka na posluživanje, dijagram mora biti korigovan.

Tek kada je utvrđeno šta se priprema, kome je hrana namenjena i kako njen stvarni tok izgleda od prijema do posluživanja, završava se faza pripreme i započinje primena sedam principa HACCP-a. Sedam principa HACCP-a čine logičan i povezan tok odlučivanja: najpre se utvrđuje **koji su hazardi značajni**, zatim **gde je kontrola presudna**, određuju se **granice prihvatljivog procesa i način njegovog praćenja**, a potom **postupci za slučaj odstupanja i provera funkcionisanja sistema**.

Prvi princip - analiza hazarda. U svakom koraku dijagrama toka HACCP tim razmatra koji se biološki, hemijski ili fizički hazardi mogu pojaviti u konkretnom jelu, odakle potiču i na koji način mogu biti kontrolisani. Nije, međutim, cilj napraviti što duži spisak svih identifikovanih opasnosti. Potrebno je proceniti njihov **značaj**, uzimajući u obzir verovatnoću pojave i ozbiljnost mogućih posledica po zdravlje potrošača. Kod pripreme pilećeg filea, na primer, sirovo pileće meso može biti kontaminirano patogenim bakterijama, prvenstveno bakterijama roda *Salmonella*. Kao značajan biološki hazard u fazi termičke obrade razmatra se mogućnost preživljavanja bakterije *Salmonella* ukoliko nisu postignuti odgovarajući uslovi vremena i temperature, dok se prenošenje mikroorganizama sa sirovog mesa na drugu hranu sprečava merama utvrđenim preduslovnim programima. *Na kraju analize HACCP tim treba da zna koji su hazardi značajni, sa kojim su fazama procesa povezani i kojim merama se kontrolišu*.

Drugi princip - određivanje kritičnih kontrolnih tačaka, CCP (*Critical Control Point*). Nisu svi koraci u procesu pripreme hrane kritične kontrolne tačke. Kritična kontrolna tačka predstavlja fazu procesa u kojoj je primena kontrolne mere od presudnog značaja za sprečavanje ili eliminisanje značajnog hazarda, odnosno njegovo smanjenje na prihvatljiv nivo. *Kod pilećeg filea termička obrada može predstavljati CCP, jer se odgovarajućom kombinacijom temperature i vremena postiže uništavanje patogenih bakterija koje mogu biti prisutne u sirovom mesu*. Problemi kao što su nepravilno skladištenje sirovina ili unakrsna kontaminacija mogu se kontrolisati kroz preduslovne programe i druge odgovarajuće kontrolne mere, dok se na CCP-u mora obezbediti kontrola značajnog hazarda za koji je ta faza određena kao kritična.

Treći princip - utvrđivanje kritičnih granica. Kada je određena kritična kontrolna tačka, mora biti jasno **gde prestaje prihvatljivo, a počinje neprihvatljivo stanje procesa**. Kritična granica može biti temperatura, vreme ili drugi merljiv kriterijum zasnovan na propisima, stručnim smernicama, naučnim podacima ili validovanom postupku, za koji je prethodno potvrđeno da pod definisanim uslovima efikasno kontroliše određeni hazard. Kod termičke obrade pilećeg filea to bi bila unapred određena kombinacija temperature i vremena koja mora biti dostignuta da bi se značajni mikrobiološki hazard držao pod kontrolom. *Na primer, termička obrada pilećeg filea se izvodi na način da se dostigne temperatura od 73 °C u centru proizvoda u trajanju od 30 sekundi.*

Četvrti princip - monitoring. Nije dovoljno odrediti kritičnu granicu; potrebno je znati da li se ona zaista ostvaruje u svakodnevnom radu. Monitoring zato podrazumeva unapred definisano praćenje kritične kontrolne tačke: **šta se prati, na koji način, koliko često i ko je za to odgovoran**. *Kod termičke obrade pilećeg filea odgovorni zaposleni može, u skladu sa planom monitoringa, meriti temperaturu u centru najdebljeg dela proizvoda odgovarajućom sondom i rezultat evidentirati*. Vrednost monitoringa nije u samom popunjavanju obrasca, već u tome što omogućava da se odstupanje uoči dok još postoji mogućnost reagovanja.

Peti princip - korektivne mere. Kada monitoring pokaže da kritična granica nije dostignuta, mora unapred biti poznato šta se preduzima. **Korektivna mera ima dva zadatka: vratiti proces pod kontrolu i odrediti način postupanja sa proizvodom koji je bio obuhvaćen odstupanjem**. Ako se odstupanje uoči tokom procesa i može bezbedno da se ispravi, preduzima se odgovarajuća mera. Ako bezbednost proizvoda nije moguće pouzdano obezbediti ili proceniti, proizvod se izdvaja i sa njim se postupa prema unapred utvrđenoj proceduri. *Na primer, ako se merenjem utvrdi da je temperatura u centru pilećeg filea 69 °C umesto propisanih 73 °C, termička obrada se nastavlja, a temperatura se ponovo meri. Ako nije moguće utvrditi da je proizvod naknadno bezbedno obrađen, on se izdvaja iz upotrebe. O odstupanju i preduzetoj meri vodi se zapis.*

Šesti princip - verifikacija. Monitoring odgovara na pitanje da li je određeni proces trenutno pod kontrolom, dok verifikacija proverava **da li HACCP sistem kao celina funkcioniše onako kako je planirano**. Ona može obuhvatiti pregled zapisa, internu proveru rada, posmatranje zaposlenih, proveru i kalibraciju merne opreme, laboratorijska ispitivanja kada su potrebna i preispitivanje HACCP plana nakon promena u procesu. Ako se, na primer, promeni način pripreme pilećeg filea tako da se on više ne servira odmah već se hladi i kasnije podgreva, HACCP plan mora biti ponovo razmotren. *U našem primeru verifikacija može obuhvatiti periodični pregled zapisa o temperaturi, proveru načina na koji zaposleni sprovode monitoring i proveru ispravnosti korišćenog termometra*.

Sedmi princip - dokumentacija i zapisi. Dokumentacija omogućava da se pokaže kako je HACCP sistem osmišljen, dok zapisi pokazuju **šta se u praksi zaista dogodilo**. Iz njih se može utvrditi ko je sproveo monitoring, kakav je rezultat dobijen, da li je bilo odstupanja i koje su mere preduzete. U slučaju sumnje na bolest povezanu sa hranom, upravo takvi podaci mogu omogućiti rekonstrukciju događaja i povezivanje sirovine, procesa, vremena pripreme i posluženog obroka. *Za naš primer zapis može sadržati datum i vreme pripreme, naziv jela, izmerenu temperaturu tokom termičke obrade pilećeg filea, ime ili potpis osobe koja je merenje izvršila i, ako je došlo do odstupanja, opis preduzete korektivne mere*.

Značaj HACCP dokumentacije posebno dolazi do izražaja kada se pojavi sumnja na bolest povezanu sa hranom. Gastrointestinalni simptomi kod gosta ne znače nužno da je uzrok obrok konzumiran u hotelu, jer je izlaganje moglo nastati ranije, tokom putovanja ili na drugom mestu na destinaciji. Uredni zapisi omogućavaju **rekonstrukciju događaja**: može se utvrditi koje je jelo pripremljeno, koje su sirovine korišćene i iz kojih isporuka potiču, kako su čuvane, da li su predviđene kontrolne mere sprovedene i da li su tokom procesa zabeležena odstupanja. **Na osnovu tih podataka može se proceniti da li postoji moguća povezanost između posluženog obroka i prijavljenog slučaja i usmeriti dalje epidemiološko istraživanje**.

Specifičnosti primene HACCP-a u ugostiteljstvu

Primena HACCP-a u ugostiteljstvu ima određene specifičnosti koje proizlaze iz same prirode ove delatnosti. Za razliku od prehrambene industrije, u kojoj se najčešće proizvodi ograničen broj proizvoda prema relativno stabilnim tehnološkim postupcima, hotelska ili restoranska kuhinja istovremeno priprema veliki broj različitih jela, koristi brojne sirovine i sastojke, sarađuje sa različitim dobavljačima, a obim pripreme menja se u zavisnosti od broja gostiju. Uz pripremu hrane, ugostiteljski objekat obuhvata i njeno neposredno posluživanje, koje može biti organizovano na različite načine.

Posebnu složenost predstavljaju **veliki broj receptura i česte promene ponude**. Uvođenje novog jela može značiti novu sirovinu, drugačiji postupak pripreme i novi tok hrane kroz kuhinju. Zbog toga HACCP plan u ugostiteljstvu mora biti dovoljno prilagodljiv da prati promene jelovnika i načina rada, a ne da ostane nepromenjen dokument nezavisno od onoga što se u kuhinji zaista događa.

Ova raznovrsnost ne znači da je za svako pojedinačno jelo potrebno izrađivati potpuno zaseban HACCP plan. **U ugostiteljstvu se jela mogu grupisati prema sličnom toku pripreme i kontrolnim merama koje su za njih zajedničke**. Takav pristup smanjuje nepotrebno opterećenje dokumentacijom, a da se pri tome ne gubi kontrola nad značajnim hazardima.

Jedan od praktičnih načina grupisanja zasniva se na toku pripreme hrane, posebno na tome **da li ona prolazi kroz termičku obradu i koliko puta tokom procesa dolazi do prelaska između temperaturnih režima koji zahtevaju kontrolu**. Na toj osnovi mogu se razlikovati tri osnovna tipa procesa:

1. **prijem → priprema → posluživanje**, jela bez termičke obrade, kao kod salata, sušija, sašimija ili druge hrane spremne za konzumiranje;
2. **prijem → priprema → termička obrada → posluživanje**, kada jelo jednom prolazi kroz opasnu temperaturnu zonu, kao kod grilovane piletine koja se poslužuje neposredno nakon pripreme;
3. **prijem → priprema → termička obrada → hlađenje → podgrevanje → posluživanje**, kada jelo kroz opasnu temperaturnu zonu prolazi više puta, kao kod pojedinih supa, čorbi, sosova i drugih jela pripremljenih unapred.

Što je tok pripreme složeniji i što hrana više puta prelazi iz toplog u hladni režim i obrnuto, raste broj faza u kojima vreme i temperatura moraju biti pod kontrolom. Upravo zato grupisanje prema procesnom toku ima praktičan smisao: različita jela mogu imati različite hazarde, ali ako prolaze kroz isti tip procesa, ključne mere njihove kontrole mogu biti slične. Na primer, mikrobiološki hazardi povezani sa grilovanom piletinom i rolatom od mlevenog mesa nisu nužno isti, ali je u oba slučaja odgovarajuća termička obrada jedna od osnovnih mera njihove kontrole.

Specifičnost HACCP-a u ugostiteljstvu, dakle, nije u drugačijim principima, već u tome što se isti principi moraju primeniti na veoma raznovrsnu, promenljivu i često istovremenu pripremu velikog broja jela. Grupisanje jela prema sličnim procesnim tokovima omogućava da sistem ostane primenljiv u praksi, umesto da se pretvori u nepreglednu dokumentaciju.

ISO 22000 i sertifikacija

ISO 22000 predstavlja međunarodno priznati standard za sistemsko upravljanje bezbednošću hrane i ima poseban značaj za organizacije koje žele da bezbednost hrane uključe u celokupno upravljanje poslovanjem. Namenjen je organizacijama koje neposredno ili posredno učestvuju u lancu hrane, uključujući hotele, restorane, ketering i druge ugostiteljske organizacije.

ISO 22000 ne predstavlja alternativu HACCP-u niti ga zamenjuje. HACCP principi čine sastavni deo sistema ISO 22000, zajedno sa preduslovnim programima i drugim elementima sistema menadžmenta. To praktično znači da organizacija koja je uspostavila sistem u skladu sa ISO 22000 mora imati sprovedenu analizu hazarda i odgovarajuće mere njihove kontrole zasnovane na HACCP principima. To, međutim, ne znači da organizacija mora posedovati poseban „HACCP sertifikat".

Pored HACCP principa i preduslovnih programa, ISO 22000 obuhvata ulogu rukovodstva, komunikaciju unutar organizacije i sa drugim učesnicima u lancu hrane, upravljanje resursima, praćenje učinka sistema i njegovo kontinuirano unapređivanje. Za hotel ili restoran to znači da se bezbednost hrane ne posmatra samo kroz pitanje da li je, na primer, temperatura pilećeg filea pravilno kontrolisana na određenoj kritičnoj kontrolnoj tački. Posmatra se i **ko je odgovoran za funkcionisanje sistema, kako se informacije prenose između nabavke, skladišta i kuhinje, kako se reaguje na odstupanja i kako se proverava da li uspostavljene mere dugoročno daju očekivane rezultate**.

Sa stanovišta turističkog poslovanja, primena međunarodno priznatog sistema upravljanja bezbednošću hrane može doprineti **pouzdanosti procesa, reputaciji objekta i poverenju poslovnih partnera i gostiju**. To može biti naročito značajno u međunarodnom turizmu, gde hotelski lanci, organizatori putovanja i drugi poslovni partneri posluju sa objektima u različitim regulatornim i poslovnim okruženjima. Sertifikovan sistem može predstavljati dodatni pokazatelj da objekat bezbednošću hrane upravlja na sistematičan i proverljiv način.

Sertifikacija prema ISO 22000 predstavlja nezavisnu potvrdu da je sistem menadžmenta uspostavljen u skladu sa zahtevima standarda, ali njegov stvarni značaj zavisi od dosledne primene u svakodnevnom poslovanju.

Halal i košer zahtevi u međunarodnom ugostiteljstvu

Međunarodni turizam podrazumeva goste čiji izbor hrane ne zavisi samo od ukusa, zdravstvenog stanja ili navika u ishrani. Za deo turista značajnu ulogu imaju i verska pravila. Za muslimanske goste relevantna je **halal hrana**, odnosno hrana koja ispunjava zahteve islamskih prehrambenih pravila, dok se za jevrejske goste priprema **košer hrana**, u skladu sa pravilima *kašruta*, koja uređuju izbor, pripremu i kombinovanje namirnica.

Sa stanovišta hotelskog menadžmenta, ispunjavanje ovih zahteva ne završava se kupovinom proizvoda sa odgovarajućom oznakom. Potrebno je poznavati poreklo i sastav proizvoda, način nabavke i skladištenja, postupke pripreme, korišćenu opremu i pribor, kao i način posluživanja. **Ako hotel navodi da pruža sertifikovanu halal ili košer uslugu, mora jasno znati šta je sertifikovano i na koji deo procesa se sertifikacija odnosi**. Kod halal ponude, na primer, nabavka halal sertifikovanog mesa sama po sebi nije dovoljna ukoliko se tokom pripreme koriste sastojci ili postupci koji **nisu u skladu sa odgovarajućim halal zahtevima**. Kod košer ishrane zahtevi mogu obuhvatiti veoma precizno razdvajanje određenih kategorija hrane, posuđa, pribora i opreme, zbog čega pružanje takve usluge može zahtevati značajna organizaciona prilagođavanja kuhinje.

Ovi zahtevi imaju i izrazitu turističku dimenziju. Sistematski pregled 154 naučna rada pokazao je da je halal turizam manje razvijen u zemljama u kojima muslimansko stanovništvo nije većinsko, ali je upravo u takvim destinacijama prepoznat prostor za razvoj novih turističkih proizvoda. Analiza 805 hotela u Singapuru, Tajlandu i Japanu pokazala je i da su pojedini atributi prilagođeni potrebama muslimanskih gostiju povezani sa formiranjem hotelskih cena. **Halal ponuda zato može biti deo tržišnog pozicioniranja i diferencijacije hotelskog proizvoda, a ne samo pitanje organizacije kuhinje**.

Koliko verski zahtevi mogu uticati na organizaciju hotelskog poslovanja pokazuje studija slučaja iz Patre, u Grčkoj. Za grupu od oko 500 jevrejskih turista iz Francuske hotel je morao nekoliko dana pre dolaska da pripremi kuhinju, odvoji prostor za pripremu i skladištenje hrane i organizuje nadzor nad poštovanjem košer pravila. Za goste ovi zahtevi nisu predstavljali samo prehrambenu preferenciju, već važan deo načina života i jedan od kriterijuma pri izboru destinacije. Istovremeno, zaposleni u hotelu pokazali su nedovoljno poznavanje specifičnih potreba ove grupe gostiju. **Košer ponuda zato zahteva blagovremeno planiranje i odgovarajuće osposobljavanje zaposlenih, jer ono što je za hotel organizacioni zahtev, za gosta može biti presudan uslov za izbor objekta ili destinacije**.

Halal i košer zahtevi imaju dodirne tačke sa sistemima bezbednosti hrane, kao što su kontrola dobavljača, sledljivost, razdvajanje proizvoda, dokumentacija i osposobljavanje zaposlenih, ali njihovi ciljevi nisu isti. **HACCP je usmeren na kontrolu hazarda koji mogu ugroziti zdravlje potrošača, dok su halal i košer usmereni na usklađenost sa verskim pravilima**. HACCP i halal ili košer zahtevi mogu se primenjivati paralelno i međusobno dopunjavati, ali se ne mogu međusobno zamenjivati. Usaglašenost u jednoj oblasti ne predstavlja potvrdu usaglašenosti u drugoj.

Zaposleni, menadžment i kultura bezbednosti hrane

Ni najbolje projektovan sistem neće dati očekivane rezultate ukoliko zaposleni ne znaju kako da ga primene ili ukoliko organizacija rada otežava pravilno postupanje. Zato je potrebno razlikovati **znanje zaposlenih o bezbednosti hrane od uslova u kojima se to znanje svakodnevno primenjuje**.

Koliko edukacija može da utiče na znanje pokazuje istraživanje sprovedeno među 128 zaposlenih u 32 ugostiteljska objekta u šest gradova crnogorskog primorja. Prosečan rezultat znanja pre edukacije iznosio je 59,1%, a nakon sprovedene edukacije 91,9%. **Znanje se, dakle, može značajno unaprediti, ali znati šta treba uraditi nije isto što i to zaista primenjivati u svakodnevnom radu**. To posebno pokazuje novije istraživanje u 21 hotelu u Gani, koje je obuhvatilo 205 osoba koje rukuju hranom. Iako je 81,5% ispitanika navelo da je prošlo obuku iz bezbednosti hrane, 71,7% je vremenski pritisak ocenilo kao prepreku pravilnom postupanju, dok su kao važni problemi navedeni i nedostatak opreme, organizacija radnog mesta, kultura bezbednosti hrane i politika prema zaposlenima. **Obuka zaposlenih zato nije dovoljna ako radno okruženje otežava primenu stečenog znanja**. Kuvar može znati da treba da proveri temperaturu, ali ako nema ispravan termometar, ako je broj zaposlenih nedovoljan ili ako rukovodilac u vreme najveće gužve očekuje da se pojedini postupci preskoče radi brže usluge, postoji jasna razlika između formalnog znanja i stvarnog ponašanja.

Upravo iz toga proizlazi koncept **kulture bezbednosti hrane**. Ona se ne vidi samo u procedurama i dokumentima, već u načinu na koji se ljudi ponašaju kada nisu neposredno nadzirani. Da li zaposleni prijavljuje odstupanje ili ga prećutkuje? Da li se temperatura meri i kada je restoran pun? Da li rukovodilac podržava zaposlenog koji zaustavi proces zato što bezbednost hrane nije pouzdano obezbeđena? Ako menadžment toleriše odstupanja kada je posao intenzivan, zaposleni brzo usvajaju poruku da je brzina važnija od bezbednosti. Nasuprot tome, kada se ista pravila primenjuju i tokom mirnog perioda i tokom pune popunjenosti hotela, bezbednost hrane postaje deo svakodnevnog profesionalnog ponašanja.

Motivisanost zaposlenih pritom ne nastaje nezavisno od menadžmenta. Način na koji rukovodioci postavljaju prioritete, ličnim primerom poštuju pravila, obezbeđuju vreme, opremu i obuku i reaguju na prijavljena odstupanja utiče na to koliko će zaposleni bezbednost hrane doživljavati kao stvarnu vrednost organizacije, a ne samo kao formalni zahtev. **Podrška menadžmenta može podsticati motivisanost zaposlenih, dok njen nedostatak može umanjiti spremnost zaposlenih da stečeno znanje dosledno primenjuju u praksi**. Istraživanja u hotelskom sektoru potvrđuju da pozitivan odnos zaposlenih prema bezbednosti hrane mora biti praćen odgovarajućom podrškom menadžmenta, resursima i organizacijom rada.

Osposobljavanje zaposlenih treba da bude prilagođeno njihovim stvarnim poslovima. Osoba koja prima robu, kuvar, pomoćni radnik, konobar, zaposleni u posluživanju u sobi i F&B menadžer nemaju iste zadatke niti isti uticaj na tok hrane. **Cilj edukacije zato nije da svi zaposleni znaju sve, već da svako razume sopstvenu odgovornost i zna kako da postupi kada primeti problem**.

Bezbednost hrane, prema tome, nije samo odgovornost kuvara ili osobe zadužene za HACCP dokumentaciju. **Ona zavisi od ponašanja zaposlenih, uslova u kojima rade i prioriteta koje postavlja menadžment. Tek kada su ti elementi usklađeni, bezbednost hrane prestaje da bude samo formalni zahtev i postaje deo svakodnevne profesionalne prakse**.

ULIČNA HRANA (*STREET FOOD*) I LOKALNA GASTRONOMIJA

Lokalna gastronomija predstavlja jedan od važnih elemenata identiteta turističke destinacije. Ona obuhvata karakteristična jela, lokalne proizvode, načine pripreme i prehrambene običaje povezane sa određenim područjem i njegovom kulturom. Za turistu hrana zato nije samo deo svakodnevne potrebe tokom putovanja, već i način da destinaciju upozna **kroz ukuse, mirise, sastojke i kulinarsku tradiciju lokalne zajednice**.

Jedan od najuočljivijih oblika takve ponude jeste *street food*, odnosno ulična hrana. Pod ovim pojmom najčešće se podrazumevaju hrana i napici koji se pripremaju i/ili prodaju na ulicama i drugim javnim mestima i uglavnom su namenjeni neposrednoj konzumaciji. Prodajna mesta mogu biti pokretna, polupokretna ili stalna, a pijace, noćni marketi, kiosci i *hawker* centri[318] omogućavaju turistima neposredan kontakt sa lokalnim jelima, načinom njihove pripreme i ljudima koji ih pripremaju. Ulična hrana zato predstavlja ne samo

318 *Hawker centri su organizovani prostori sa većim brojem manjih, nezavisnih prodajnih mesta na kojima se pripremaju i prodaju različite vrste hrane za neposrednu konzumaciju; naročito su karakteristični za zemlje jugoistočne Azije.*

način ishrane već i deo **gastronomskog i kulturnog doživljaja destinacije**. Značaj ulične hrane daleko prevazilazi turizam. U stručnoj literaturi navodi se procena da oko **2,6 milijardi ljudi svakodnevno konzumira hranu koju nude ulični prodavci**, posebno kao pristupačan oblik svakodnevne ishrane i važan izvor prihoda lokalnog stanovništva. U pojedinim destinacijama noćni marketi, ulični prodavci i *hawker* centri postali su gotovo gastronomske znamenitosti. Autentičnost takvog iskustva ne proizlazi samo iz recepture ili ukusa hrane, već i iz **vidljive pripreme jela, lokalnih sastojaka, kontakta sa prodavcem, upoznavanja kulinarske tradicije i prostora u kojem se hrana konzumira**.

Promenio se i način na koji se **ulična hrana proučava u naučnoj literaturi**. Analiza 117 naučnih radova objavljenih između 2012. i 2025. godine pokazala je da se istraživanja više ne ograničavaju samo na higijenu i mikrobiološku bezbednost, već obuhvataju i identitet destinacije, autentičnost, ponašanje turista, psihologiju izbora hrane, neformalnu ekonomiju, regulaciju i upravljanje rizikom. Posebno su zastupljene azijske destinacije, u kojima ulična hrana, noćni marketi i *hawker* centri često predstavljaju sastavni deo turističkog identiteta grada.

Upravo zbog toga važno je razlikovati turističku i kulturnu vrednost hrane od njene bezbednosti. Pojmovi kao što su **„lokalno", „tradicionalno", „domaće" i „autentično" opisuju poreklo, kulturno značenje ili način na koji turista doživljava određenu hranu, ali nisu kategorije bezbednosti hrane**. Autentično jelo nije samim tim ni bezbednije ni rizičnije; njegova bezbednost zavisi od porekla i kvaliteta sirovina, uslova čuvanja, kvaliteta vode, načina pripreme i rukovanja hranom. Ulična hrana pritom predstavlja samo jedan segment šire lokalne gastronomije, koja obuhvata i tradicionalna jela u restoranima, proizvode sa pijaca, lokalne sireve, fermentisane proizvode, ribu i morske plodove i druge proizvode karakteristične za destinaciju. **Autentičnost i bezbednost zato ne treba posmatrati kao suprotstavljene vrednosti: cilj je očuvati lokalni karakter gastronomskog iskustva uz kontrolu rizika koji se mogu sprečiti**.

Faktori koji određuju bezbednost ulične hrane

Ulična hrana nije homogena kategorija i njen rizik se ne može procenjivati samo prema mestu prodaje. Hrana koja se termički obrađuje neposredno pred kupcem i odmah servira predstavlja sasvim drugačiju situaciju od unapred pripremljenog jela koje satima čeka na prodaju, sirove hrane ili lako kvarljivog proizvoda koji nije pravilno rashlađen. Uzročnici bolesti prenosivih hranom isti su kao i kod drugih oblika pripreme i posluživanja hrane, dok se specifičnost ulične hrane ogleda u uslovima u kojima se hranom rukuje i mogućnostima njihove kontrole.

Koliko je bezbednost hrane bila dominantna tema u istraživanjima ulične hrane pokazuje pregled **441 naučnog rada**, u kojem se 85,5% publikacija bavilo upravo bezbednošću hrane. Najveći deo istraživanja poticao je iz Afrike i Azije, a među najčešće proučavanim pitanjima bili su mikrobiološka kontaminacija hrane i postupci prodavaca. Ovakva zastupljenost nije slučajna, jer se ulična prodaja često odvija u uslovima u kojima su mogućnosti kontrole vode, temperature, skladištenja i higijene ograničenije nego u stalnim ugostiteljskim objektima.

Pregledi literature kao česte probleme navode **ograničenu infrastrukturu, nedostatak bezbedne vode i odgovarajućih sanitarnih uslova, neadekvatno skladištenje, pripremu hrane više sati pre prodaje, nedovoljnu temperaturnu kontrolu i mogućnost unakrsne kontaminacije**. Poseban izazov predstavlja **održavanje hladnog lanca**, naročito kod mesa, ribe, mlečnih proizvoda i pripremljenih jela. Na privremenim i pokretnim prodajnim mestima rashladni kapaciteti mogu biti ograničeni, a visoke spoljne temperature dodatno povećavaju značaj pravilnog čuvanja hrane. Problem pritom ne mora nastati tek na mestu prodaje, jer uslovi transporta i prethodnog skladištenja takođe mogu uticati na bezbednost namirnica.

Koliko infrastruktura može ograničiti bezbedno rukovanje hranom pokazuje istraživanje među **265 uličnih prodavaca u Zanzibaru**. Manje od polovine prodajnih mesta raspolagalo je istovremeno mestom za pranje ruku i sapunom, samo 28,3% imalo je mogućnost hladnog čuvanja hrane, dok je svega 40,8% prodajnih mesta imalo obezbeđenu zaštitu hrane od prašine i muva. Ovi nalazi pokazuju da se rizik ne može pripisati samo znanju ili ponašanju prodavca - **način rukovanja hranom neposredno zavisi i od uslova u kojima se prodaja odvija**.

Veliki deo ulične ponude predstavlja **hranu spremnu za konzumiranje**, pa je naročito važno ono što se događa nakon završne termičke obrade. Ako se takva hrana naknadno kontaminira rukama, opremom, priborom ili kontaktom sa sirovim namirnicama, često više nema narednog postupka kojim bi mikroorganizmi bili eliminisani. U istraživanjima ulične prodaje zato se često opisuju korišćenje istih radnih površina i pribora za sirove i gotove proizvode, neadekvatno pranje opreme i drugi putevi unakrsne kontaminacije.

Sličan primer je istovremeno rukovanje novcem i hranom. Problem nije sama činjenica da prodavac prima novac, već mogućnost da nakon toga, bez odgovarajuće higijene ruku, neposredno rukuje hranom koja će biti konzumirana bez daljeg tretmana. **Kod ulične hrane se, dakle, rizik često ne vezuje za jedan izolovan propust, već za kombinaciju ograničenih uslova rada, temperaturne kontrole i načina rukovanja hranom**.

Izbor uličnе hrane i percepcija rizika

Sa turističkog stanovišta, bezbednost nije jedina karakteristika na osnovu koje se ulična hrana procenjuje. U istraživanju sprovedenom među 475 međunarodnih turista na Tajlandu izdvojeni su brojni atributi koji oblikuju iskustvo uličnе hrane, među kojima su lokalni i kulturni doživljaj, atmosfera, kvalitet hrane, vrednost za novac, tradicija i autentičnost. Istovremeno se pokazalo da percipirani rizik povezan sa hranom utiče na odnos između iskustva turista i njihovog kasnijeg ponašanja. **Turista pri izboru uličnе hrane zato istovremeno procenjuje vrednost autentičnog gastronomskog iskustva i poverenje u hranu koju će konzumirati**.

Kada je reč o uličnoj hrani, turista većinu faktora koji određuju njenu stvarnu bezbednost **ne može neposredno da proceni**. Posmatranjem prodajnog mesta ne može se utvrditi mikrobiološki kvalitet sirovine, poreklo vode, prethodno održavanje hladnog lanca ili vreme proteklo od pripreme hrane. Zato uredan izgled prodajnog mesta može biti povoljan znak, ali **nije dokaz bezbednosti hrane**. Ipak, pojedine vidljive okolnosti mogu ukazati na nepovoljnije uslove, kao što su dugo izložena pripremljena hrana, očigledna nečistoća, korišćenje istog pribora za sirove i gotove proizvode ili nedostatak vode, sredstava za pranje ruku i uslova za održavanje higijene pribora i radnih površina. Nasuprot tome, priprema hrane neposredno pred kupcem, njeno brzo posluživanje i vidljivo razdvajanje sirovih i gotovih namirnica mogu predstavljati povoljnije pokazatelje načina rukovanja hranom. **Takvi pokazatelji ne omogućavaju turisti da potvrdi da je hrana bezbedna, već samo da prepozna pojedine situacije u kojima uslovi deluju povoljnije ili nepovoljnije**. Slično važi za popularnost prodavca. Veliki promet može značiti brži obrt hrane, što može biti povoljno, ali popularnost ne govori ništa o kvalitetu vode, poreklu sirovina ili prethodnom skladištenju. Česta turistička preporuka da treba birati mesta „na kojima jedu lokalci" može ukazivati na popularnost i prihvaćenost ponude, ali ne predstavlja potvrdu bezbednosti hrane.

Posebnu pažnju pri izboru uličnе hrane treba da obrate osetljive grupe stanovništva, pre svega trudnice, mala deca, starije osobe i osobe sa oslabljenim imunitetom. Za ove grupu putnika prag prihvatljivog rizika treba da bude niži, zbog mogućnosti težih posledica bolesti prenosivih hranom.

Poznavanje mogućeg rizika ne znači da će turista uličnu hranu nužno izbegavati. Želja da se proba lokalno i autentično jelo može imati važnu ulogu u izboru hrane čak i kada je turista svestan da ne može u potpunosti da proceni higijenske uslove u kojima je hrana pripremljena i temperaturne uslove pri kojima je čuvana.

Upravljanje bezbednošću ulične hrane na nivou destinacije

Bezbednost ulične hrane zato nije samo pitanje individualne odgovornosti prodavca, već i kvaliteta upravljanja destinacijom. Nerealno je zahtevati doslednu higijenu ako prodajno mesto nema pristup vodi, odvođenju otpada, električnoj energiji ili uslovima za održavanje hladnog lanca. **Sama edukacija prodavaca zato nije dovoljna ukoliko nisu obezbeđeni osnovni uslovi za bezbedan rad**. Značaj edukacije pokazuje istraživanje sprovedeno među 80 uličnih prodavaca u Indiji. Nakon obuke prosečan nivo znanja o bezbednosti i higijeni hrane povećan je sa 24,35% na 66,2%, dok se potpuna primena pojedinih dobrih higijenskih postupaka, zavisno od posmatrane prakse, kretala između 37,5 i 50,8%. **Ovi nalazi pokazuju da edukacija može značajno unaprediti znanje, ali ne može sama otkloniti infrastrukturna i organizaciona ograničenja uličnе prodaje hrane**. Održivo unapređenje bezbednosti zato zahteva povezivanje infrastrukture, edukacije, higijenskih zahteva, inspekcijskog nadzora, lokalne regulative i komunikacije rizika.

Istovremeno, novija istraživanja upozoravaju da formalizacija ulične prodaje nije jednostavno pitanje. Regulacija može unaprediti higijenske uslove i nadzor, ali može povećati troškove, potisnuti male prodavce i promeniti tradicionalni karakter prostora. Upravo zato se savremeno istraživanje ulične hrane u turizmu sve više bavi istovremeno **upravljanjem rizikom, inkluzivnim upravljanjem i očuvanjem identiteta destinacije**.

U ovom sistemu značajnu ulogu imaju i turističke organizacije, hoteli, vodiči i organizatori gastronomskih tura. Oni mogu usmeravati goste ka prodavcima koji posluju u **skladu sa lokalnim zahtevima i pod odgovarajućim nadzorom**, kao i pružati proverene informacije o gastronomskoj ponudi destinacije. Uloga turističkih subjekata nije da garantuju bezbednost hrane, već da doprinesu informisanom izboru gosta i odgovornom predstavljanju gastronomske ponude destinacije.

Očuvanje autentičnosti i bezbednosti lokalne gastronomije

Ulična hrana predstavlja dobar primer odnosa između turizma, hrane i zdravlja. Njena turistička privlačnost proizlazi iz neposrednosti, povezanosti sa lokalnom kulturom i raznovrsnosti, dok bezbednost hrane zahteva određeni nivo kontrole i predvidljivosti. Potpuna standardizacija lokalne ponude mogla bi umanjiti deo onoga što je čini turistički privlačnom, ali kulturna tradicija i autentičnost ne mogu biti opravdanje za nebezbednu vodu, nehigijensko rukovanje ili neodgovarajuće čuvanje hrane.

Autentičnost i bezbednost zato ne treba posmatrati kao međusobno isključive ciljeve. Cilj je očuvati kulturnu i turističku vrednost uличne hrane i lokalne gastronomije uz kontrolu rizika kojima se može upravljati. To podrazumeva informisanog turistu, prodavca koji poseduje odgovarajuće znanje i osnovne uslove za bezbedan rad i destinaciju koja uličnu hranu ne tretira ni isključivo kao problem koji treba ukloniti niti kao turističku atrakciju koju ne treba kontrolisati. **Upravo u ravnoteži između autentičnosti, bezbednosti, poverenja i odgovornosti destinacije nalazi se jedan od važnih izazova savremenog gastronomskog turizma**.

BEZBEDNOST HRANE U SPECIFIČNIM TURISTIČKIM OKRUŽENJIMA

Rizik povezan sa hranom i vodom tokom putovanja ne zavisi samo od destinacije već i od **načina putovanja i uslova boravka**. U hotelima se hrana najčešće priprema u profesionalnoj kuhinji, uz odgovarajuću infrastrukturu za skladištenje, hlađenje, pripremu i održavanje higijene. Tokom planinarenja i kampovanja, boravka na ruralnim gazdinstvima, gastronomskih tura ili masovnih manifestacija isti osnovni principi bezbednosti hrane primenjuju se u drugačijim uslovima. Različiti oblici turizma mogu biti povezani sa različitim okolnostima značajnim za bezbednost hrane. Tokom boravka u prirodi može biti otežano održavanje hladnog lanca i obezbeđivanje zdravstveno ispravne vode; u ruralnom turizmu gost može doći u neposredan kontakt sa životinjama, primarnom proizvodnjom i hranom proizvedenom na gazdinstvu; gastronomski turizam podrazumeva češće upoznavanje sa lokalnim jelima, sirovinama i načinima pripreme koji putniku mogu biti nepoznati, dok se na masovnim događajima u kratkom vremenu priprema i poslužuje veliki broj obroka.

Specifičnost ovih turističkih okruženja zato nije u tome što za njih važe drugačiji osnovni principi bezbednosti hrane, već u tome što se menjaju izvori i značaj pojedinih hazarda, kao i uslovi u kojima se oni moraju kontrolisati.

Planinarenje, trekking i kampovanje

Tokom višednevnog planinarenja, *trekking*-a ili kampovanja turista mora unapred da proceni koliko hrane može da ponese, koliko dugo može bezbedno da je čuva, gde će dopuniti zalihe vode i na koji način će pripremati obroke.

Kod višednevnih tura praktičniji izbor predstavljaju namirnice male mase i zapremine, odgovarajuće energetske vrednosti i što manje zavisne od hladnog lanca. Kada se rashlađena hrana više ne može pouzdano održavati na odgovarajućoj temperaturi, prednost imaju dehidrirani proizvodi, suvo voće, orašasti plodovi, supe i testenine u suvom obliku i drugi proizvodi koji ne zahtevaju temperaturni režim čuvanja. **Racionalnije je izabrati hranu kojoj hlađenje nije potrebno nego pokušavati da se hladni lanac improvizovano održava duže nego što uslovi dozvoljavaju**. Poseban problem predstavljaju lako kvarljivi sendviči, gotova jela pripremljena kod kuće i proizvodi od mesa ili mleka koji se satima nose u rancu bez odgovarajućeg hlađenja.

Istraživanje sprovedeno među **330 slovenačkih planinara i izletnika** pokazalo je da većina hranu za boravak u prirodi nosi od kuće, pri čemu su planinari to činili češće od izletnika. Gotovo **90% ispitanika verovalo je da može proceniti bezbednost hrane na osnovu njenog mirisa i ukusa**. Među planinarima je 26,4% navelo da im je važnije uživanje u hrani, a tek potom higijena, dok je isti stav imalo 9,3% izletnika. Planinari su takođe češće smatrali da su otporniji na bolesti koje se prenose hranom. **Ovi nalazi pokazuju da tokom boravka u prirodi problem ne predstavljaju samo ograničeni uslovi za čuvanje i pripremu hrane, već i način na koji turisti procenjuju sopstveni rizik**.

Posledice gastrointestinalne bolesti mogu biti posebno značajne u udaljenom području, gde pristup zdravstvenoj službi i organizovanje pomoći mogu biti otežani. Bolest može smanjiti fizičku sposobnost putnika i otežati bezbedan povratak sa planinarske ili višednevne ture.

Bezbedna voda u ovim uslovima potrebna je ne samo za piće već i za pripremu dehidrirane hrane, higijenu ruku i čišćenje pribora. Planinski izvor, potok ili jezero mogu izgledati čisto, ali izgled vode nije pokazatelj njene mikrobiološke ispravnosti. Kako su postupci tretmana vode već opisani u prethodnom delu, ovde je najvažnije naglasiti da **voda predstavlja deo sistema bezbedne pripreme hrane, a ne samo napitak za putnika**.

Mikoturizam i bezbednost samoniklih gljiva

Mikoturizam, odnosno mikološki turizam, povezuje boravak u prirodi sa sakupljanjem i upoznavanjem gljiva, stručnim turama, gastronomijom, festivalima, pijacama i lokalnom tradicijom. Za razliku od turista koji hranu dobija kao gotov proizvod, učesnik mikoturizma može neposredno učestvovati u **pronalaženju, sakupljanju i izboru namirnice koju će kasnije konzumirati**. Upravo ta neposrednost predstavlja jednu od najvećih privlačnosti mikoturizma, ali istovremeno predstavlja i njegov specifičan bezbednosni rizik.

Sa zdravstvenog stanovišta ključni problem predstavlja **pogrešna identifikacija samoniklih vrsta**. Jestive i otrovne gljive mogu biti veoma slične, a rizik može biti veći kada turista sakuplja vrste izvan područja koje poznaje. Koliki značaj ima ovaj problem pokazuju podaci centara za kontrolu trovanja. U Sjedinjenim Američkim Državama između 1999. i 2016. godine prijavljeno je **133.700 izlaganja povezanih sa gljivama, odnosno prosečno 7.428 godišnje**, uz 52 smrtna ishoda. Pogrešna identifikacija jestive vrste izdvojena je kao jedan od važnih uzroka ozbiljnih trovanja.

Posebno su ilustrativni podaci iz Francuske. Tokom 2022. godine centrima za kontrolu trovanja prijavljena su **1.923 simptomatska slučaja trovanja gljivama**, uključujući 37 teških slučajeva i dva smrtna ishoda. U slučajevima za koje je bilo poznato poreklo gljiva, **92,8% obroka pripremljeno je od sakupljenih, a ne kupljenih gljiva**, dok su u 76,9% slučajeva gljive sakupile upravo osobe koje su ih kasnije konzumirale. Ovi podaci jasno pokazuju da se rizik kod samoniklih gljiva u velikoj meri formira **pre ulaska namirnice u kuhinju - u trenutku sakupljanja i identifikacije vrste**.

Ne postoje pouzdana „narodna pravila" na osnovu kojih se može utvrditi da li je samonikla gljiva bezbedna za konzumiranje. Boja, miris, mesto rasta ili promena boje nakon presecanja nisu dokaz jestivosti, a ni mobilne aplikacije za automatsko prepoznavanje gljiva ne bi trebalo koristiti kao jedinu osnovu za odluku o konzumiranju. Trovanje otrovnim gljivama označava se terminom **micetizam** (*mycetism*). Posebno teška trovanja mogu izazvati vrste koje sadrže amatoksine, među kojima je najpoznatija *Amanita phalloides*, **zelena pupavka**. Kod ovih trovanja gastrointestinalnim simptomima može prethoditi višečasovni period bez tegoba, nakon čega može doći do teškog oštećenja jetre.

Ako se nakon konzumiranja samoniklih gljiva jave gastrointestinalni, neurološki ili drugi neuobičajeni simptomi, zdravstvenu pomoć treba potražiti što pre. Informacije o tome **koje su gljive konzumirane, gde i kada su sakupljene i da li su isti obrok jele i druge osobe** mogu biti značajne za postavljanje dijagnoze.

Organizovani mikoturizam zato može imati i važnu preventivnu ulogu. Stručno vođene ture, edukacija učesnika, **sakupljanje uz stručno vođenje** i saradnja sa stručnjacima i lokalnim ugostiteljskim objektima mogu smanjiti rizik pogrešne identifikacije. Isti princip važi i kada samonikle gljive postanu deo restoranske ponude. Vizuelni pregled u kuhinji ne može pouzdano ispraviti grešku napravljenu tokom sakupljanja. **Kada bezbednost sirovine zavisi od pravilne identifikacije vrste, termička obrada i dobra higijenska praksa ne mogu nadoknaditi grešku napravljenu pri sakupljanju niti zameniti kontrolisano poreklo proizvoda**.

Ruralni i agroturizam

Ruralni i agroturizam približavaju gosta poreklu hrane na način koji u **uobičajenom hotelskom smeštaju** uglavnom nije moguć. Turista može da vidi gde se hrana proizvodi, učestvuje u berbi, poseti štalu ili mlekaru, proba sir napravljen na gazdinstvu ili povrće ubrano iz bašte. Upravo neposrednost, lokalno poreklo i osećaj autentičnosti čine važan deo ovakvog turističkog iskustva.

Istraživanje sprovedeno među 650 turista koji su boravili u seoskim turističkim domaćinstvima u Srbiji pokazalo je da gosti bezbednosti hrane pridaju veliki značaj i da je njena percepcija povezana sa poverenjem, zadovoljstvom gastronomskim iskustvom i namerom da ponovo posete ili preporuče destinaciju. Reč je, međutim, o percepciji gostiju. Osećaj da je hrana „domaća", „prirodna" ili „direktno sa farme" **nije pokazatelj njene mikrobiološke bezbednosti**. Na gazdinstvu se približavaju faze proizvodnje koje su u uobičajenom ugostiteljskom objektu fizički odvojene. Životinje, stajnjak, zemljište, voda, sirovo mleko, povrće i priprema obroka mogu se nalaziti na relativno malom prostoru, pa se i putevi kontaminacije lakše prepliću.

Posebnu pažnju zahteva kontakt gostiju sa životinjama. Klinički zdrava goveda, ovce i koze mogu izlučivati enterične patogene, a kontaminacija se ne prenosi samo neposrednim dodirom životinje. Feces može dospeti na ograde, pod, obuću, odeću i druge površine koje posetioci dodiruju. Koliki značaj takav kontakt može imati pokazala je epidemija *Escherichia coli* O157 povezana sa prostorom za kontakt sa životinjama na državnom sajmu u Severnoj Karolini, gde je obolelo **108 osoba**, a kod **15 je razvijen hemolitičko-uremijski sindrom**. Kod male dece kontakt sa životinjskim fecesom bio je jedan od značajnih faktora rizika.

Slična veza postoji između životinja i hrane proizvedene na samom gazdinstvu. Stajnjak[319] se tradicionalno koristi za đubrenje, ali ako nije odgovarajuće tretiran može predstavljati izvor STEC, *Salmonella* i drugih enteričnih patogena. Kontaminacija povrća može nastati i preko vode za navodnjavanje ili pristupa životinja površinama na kojima se hrana proizvodi. To je naročito značajno za salatu, začinsko bilje, paradajz i druge proizvode koji će se kasnije jesti bez termičke obrade. Zato podatak da je povrće **„iz sopstvene bašte" jeste podatak o njegovom poreklu, ali ne i o njegovoj bezbednosti**.

Sirovo mleko predstavlja još jedan proizvod koji se lako povezuje sa predstavom o autentičnom životu na farmi. Tokom jedne edukativne posete mlečnoj farmi gastrointestinalna bolest javila se kod **20 od 38 dece** i kod tri odrasla pratioca. Konzumiranje sirovog mleka bilo je jasno povezano sa obolevanjem, a kod obolelih je izolovan *Campylobacter jejuni*. Svežina mleka neposredno nakon muže, njegov izgled ili ukus zato ne mogu biti pokazatelj odsustva patogena.

Posebno mesto u ruralnoj gastronomskoj ponudi imaju domaći i tradicionalni sirevi. Njihova proizvodnja može predstavljati važan deo identiteta gazdinstva i destinacije, ali bezbednost zavisi od kvaliteta mleka, higijene muže, opreme, vode, uslova proizvodnje i čuvanja. U epidemiji povezanoj sa svežim sirom proizvedenim na jednoj farmi u Švedskoj obolela je približno polovina osoba koje su ga konzumirale, a *Listeria monocytogenes* potvrđena je i kod obolelih i u uzorcima sira.

To ne znači da tradicionalna proizvodnja treba da izgubi ono što je čini autentičnom. Lokalna receptura, sopstvena sirovina i neposredan kontakt sa proizvođačem mogu ostati važan deo turističkog doživljaja. Međutim, kada se hrana proizvodi na samom gazdinstvu, njena bezbednost zavisi i od uslova primarne proizvodnje. Zato je potrebno voditi računa o zdravstvenom statusu životinja, postupanju sa stajnjakom, kvalitetu vode, higijeni muže i proizvodnje, odvajanju prostora sa životinjama od prostora u kojima se hrana priprema, poslužuje ili konzumira, kao i o odgovarajućem čuvanju gotovih proizvoda. **Primena mera bezbednosti hrane nije u suprotnosti sa autentičnošću proizvoda sa gazdinstva, koja se zasniva na njegovom poreklu, tradicionalnoj recepturi i načinu proizvodnje. Naprotiv, dobra kontrola omogućava da proizvod sa gazdinstva zadrži svoju lokalnu vrednost, a da pritom ne postane izvor zdravstvenog rizika za gosta**.

319 *Stajnjak – organsko đubrivo nastalo od izmeta i mokraće domaćih životinja, često pomešanih sa prostirkom, koje se koristi za đubrenje zemljišta.*

Manje poznate namirnice u gastronomskom turizmu

Jedan od motiva gastronomskog turizma jeste upoznavanje hrane koju turista inače ne konzumira. Ono što se jednom putniku čini egzotičnim, za lokalno stanovništvo može biti sasvim uobičajen deo ishrane. Zbog toga **nepoznato i nebezbedno nisu sinonimi**, niti se bezbednost neke namirnice može procenjivati prema tome koliko je ona turistu neobična.

Jestivi insekti dobar su primer takve razlike u percepciji. Dok se u evropskom regulatornom okviru pojedine vrste tretiraju kao *novel food*, njihova konzumacija ima dugu tradiciju u brojnim delovima Azije, Afrike i Latinske Amerike. Njihova bezbednost zavisi od vrste, načina uzgoja, korišćenog supstrata, razvojnog stadijuma i uslova prerade i skladištenja. Pored mikrobioloških i hemijskih hazarda, značajan je i **alergeni potencijal**, uključujući mogućnost ukrštenih reakcija kod osoba alergičnih na rakove i druge artropode.[320] Da rizici nisu samo teorijski pokazala je epidemija zabeležena na Tajlandu 2014. godine. Od **227 učenika**, njih 28 razvilo je simptome nakon konzumiranja prženih insekata kupljenih od uličnog prodavca. Među onima koji su jeli pržene skakavce i lutke svilene bube stope obolevanja iznosile su **82,6% i 85,0%**. Javljali su se kožni, gastrointestinalni i drugi simptomi, dok su dve osobe hospitalizovane zbog izraženog suženja disajnih puteva.

Za turistu je značajno i okruženje u kojem se ovakva hrana često prvi put proba. To mogu biti pijace, noćni marketi i festivali gde gost neretko ima malo informacija o poreklu namirnice, načinu proizvodnje, uslovima čuvanja ili prisustvu alergena. Neobičnost namirnice tada se spaja sa nepoznatim uslovima njene pripreme i prodaje.

Slična pitanja otvara i konzumiranje mesa reptila. Krokodili, zmije, gušteri i kornjače u pojedinim delovima sveta deo su tradicionalne kuhinje, ali mogu biti povezani sa drugačijim spektrom mogućih hazarda. Kod proizvoda od reptila opisani su *Salmonella* spp. i *Vibrio* spp., kao i paraziti među kojima su *Spirometra, Trichinella* i *Gnathostoma*.

Koliko je *Salmonella* česta među reptilima pokazuje sistematska analiza **179 studija koje su obuhvatile 23.411 reptila iz 56 zemalja**. Bakterija je u proseku utvrđena kod oko **30% ispitivanih reptila**, a posebno često kod zmija, kod kojih je prevalencija[321] bila približno **63%**.

320 *Artropode - beskičmenjaci sa člankovitim nogama i spoljašnjim skeletom; ovoj grupi pripadaju, između ostalog, insekti, pauci, škorpije i stonoge.*

321 *Prevalencija - udeo jedinki u određenoj populaciji kod kojih je u određenom trenutku ili tokom određenog perioda prisutna određena bolest, stanje ili infekcija.*

Kod zmija bakterijski rizik nije jedini. Konzumiranje sirovog ili nedovoljno termički obrađenog mesa može biti povezano i sa **sparganozom**, parazitskom infekcijom koju izazivaju larveni oblici *Spirometra* spp. Globalni pregled objavljen 2026. godine obuhvatio je **822 publikacije i 3.472 dokumentovana humana slučaja**, pri čemu je alimentarni put bio jedan od glavnih načina prenosa.

Poseban rizik povezan sa konzumiranjem morskih kornjača predstavlja **chelonitoxism**, oblik trovanja čiji uzrok još nije potpuno razjašnjen. Pregled objavljen 2024. godine identifikovao je **62 prijavljena incidenta, sa više od 2.400 obolelih i 420 smrtnih ishoda**, uglavnom u udaljenim ostrvskim područjima Indo-Pacifika. U jednom od novijih događaja, na ostrvu Pemba u Tanzaniji u martu 2024. godine, hospitalizovano je 78 osoba, a devet je umrlo.

Za turistu zato neobičnost namirnice sama po sebi nije kriterijum rizika; važniji su njeno poreklo, pravilna identifikacija vrste, način proizvodnje i pripreme i pouzdanost mesta na kojem se nudi.

Masovna okupljanja i bezbednost hrane

Festivali, sajmovi, hodočašća, sportska takmičenja, koncerti i druga masovna okupljanja predstavljaju drugačiji tip izazova. Ovde problem nije udaljenost od infrastrukture ili neuobičajena sirovina, već činjenica da se **veliki broj ljudi mora snabdeti hranom i vodom u veoma kratkom periodu**. Rizik zato ne proizlazi iz samog događaja, već iz mogućeg nesklada između broja posetilaca i kapaciteta sistema koji treba bezbedno da ih opsluži. Privremena kuhinja ili prodajno mesto moraju za nekoliko sati ostvariti ono za šta stalni ugostiteljski objekat ima projektovan prostor, rashladne uređaje, skladišta, dovoljne količine vode, definisane tokove rada i sistem uklanjanja otpada.

Posebno ilustrativna epidemija dogodila se tokom tradicionalnog festivala u Kataloniji 2002. godine. Registrovano je **1.435 obolelih, od kojih je 117 hospitalizovano**. Epidemiološka istraga povezala je obolevanje sa poslasticom punjenom kremom od vanile koja je sadržala jaja, a iz uzoraka obolelih i hrane izolovana je *Salmonella Enteritidis*. Istraga je pokazala da je proizvođač, nastojeći da zadovolji povećanu potražnju tokom festivala, **prekoračio kapacitet u kojem je mogao bezbedno da proizvodi hranu**. Sličan obrazac zabeležen je na religijskom masovnom okupljanju u zapadnoj Indiji, gde je zajednički obrok konzumiralo približno **4.000 osoba**, nakon čega je **291 osoba obolela**. Hrana je pripremana i služena u privremenim uslovima karakterističnim za masovnu ishranu. Ovakvi događaji pokazuju da **jedan propust može istovremeno izložiti stotine ili hiljade ljudi**.

Za turizam je važna i mobilnost učesnika. Posetioci festivala, sportskih takmičenja, sajmova i hodočašća mogu neposredno nakon događaja otputovati u različite gradove ili države, pa se simptomi mogu razviti tek tokom puta ili nakon povratka kući. Time se pojedinačni slučajevi **geografski rasipaju**, pa njihovo povezivanje sa zajedničkim izvorom postaje teže. Zbog toga upravljanje bezbednošću hrane na masovnom događaju ne treba svesti samo na kontrolu pojedinačnog prodavca. Potrebno je proceniti ukupan kapacitet sistema: izvor i količinu bezbedne vode, rashladni prostor, broj i obučenost zaposlenih, kapacitet pripreme hrane, sanitarne uslove, upravljanje otpadom, privremena prodajna mesta, transport i mogućnost brzog odgovora ukoliko se pojavi veći broj obolelih.

Zajednička karakteristika svih ovih turističkih okruženja jeste da se osnovni principi bezbednosti hrane ne menjaju, već se menjaju okolnosti u kojima ih treba primeniti. **Cilj nije umanjiti autentičnost avanturističkog, ruralnog, gastronomskog ili festivalskog iskustva, već prepoznati situacije u kojima se predvidivi zdravstveni rizici mogu smanjiti bez gubitka suštine turističkog proizvoda**.

4.8. ZARAZNE BOLESTI I DRUGI BIOLOŠKI RIZICI TOKOM PUTOVANJA: PROCENA I PREVENCIJA

Putovanje podrazumeva promenu sredine i izlaganje uslovima koji se mogu značajno razlikovati od onih u mestu stalnog boravka. Putnik može doći u kontakt sa mikroorganizmima, vektorima i životinjama sa kojima se ranije nije susretao, boraviti u području sa drugačijom epidemiološkom situacijom ili učestvovati u aktivnostima koje povećavaju mogućnost specifičnih bioloških ekspozicija. Pored infekcija, takve ekspozicije mogu uključivati ujede, ubode i kontakt sa otrovnim kopnenim i morskim životinjama. Zato samo prisustvo određenog patogena, vektora ili potencijalno opasne životinjske vrste na destinaciji ne određuje stvarni zdravstveni rizik. U putnoj medicini procena rizika zasniva se na međusobnom odnosu karakteristika putnika, karakteristika putovanja i mogućih preventivnih i zaštitnih mera. Ovaj pristup može se predstaviti kao **trijada putnik - putovanje - intervencije**. Procena pre putovanja zato obuhvata zdravstveno stanje i vakcinalni status putnika, destinaciju i konkretne regione kroz koje će prolaziti, sezonu i trajanje boravka, svrhu putovanja, način smeštaja i prevoza i planirane aktivnosti. Na osnovu tih podataka određuju se mere kojima se verovatnoća izlaganja ili njegove posledice mogu smanjiti. Zbog toga dva putnika koja odlaze u istu državu ne moraju imati isti profil zdravstvenog rizika.

Putnik. Individualne karakteristike putnika značajno utiču na zdravstveni rizik, pa ista infekcija ne mora imati iste posledice kod zdravog odraslog putnika, deteta, trudnice, starije osobe ili osobe sa oslabljenim imunitetom. Kod drugih bioloških rizika, kao što su envenomacije,[322] značaj mogu imati i telesna masa, prethodne alergijske reakcije i postojeća hronična oboljenja. Poseban značaj ima **vakcinalni status**. Putovanje predstavlja priliku da se proveri da li je osoba primila vakcine predviđene redovnim programom imunizacije, ali i da li konkretna destinacija ili planirana aktivnost zahteva dodatnu zaštitu. Neke vakcine preporučuju se zbog povećanog rizika na određenim destinacijama, dok u pojedinim situacijama postoji i zahtev za dokazom o vakcinaciji pri ulasku u zemlju ili prelasku međunarodne granice. Potreba za vakcinacijom zato se ne određuje samo prema destinaciji, već prema konkretnom itinereru, sezoni, trajanju boravka i individualnim karakteristikama putnika. **Prethodno iskustvo** sa određenom destinacijom ne treba poistovećivati sa zaštitom. Osoba koja je više puta putovala na isto mesto bez zdravstvenih problema može početi da ga doživljava kao poznato i samim tim bezbednije nego što objektivno jeste. Zbog toga se procena i kod iskusnih putnika zasniva na aktuelnim uslovima putovanja, a ne samo na prethodnom iskustvu.

Putovanje. Drugi element procene odnosi se na karakteristike samog putovanja. Pitanje gde putnik odlazi ne završava se nazivom države. Rizik se može razlikovati između **regiona** iste zemlje, velikog grada i ruralnog područja, priobalja i unutrašnjosti, nizije i planinskih predela ili između standardnih turističkih ruta i udaljenih područja. Ni podela na urbano i ruralno područje nije dovoljna sama po sebi. U velikim gradovima rizik mogu povećavati velika gustina stanovništva, međunarodna mobilnost, javni transport i masovna okupljanja, dok su u ruralnim područjima češće ekspozicije povezane sa životinjama, vektorima, prirodnim vodama i udaljenošću od zdravstvene službe. Pored geografskog prostora, važni su **vreme i trajanje putovanja**. Brojne infekcije imaju izraženu sezonalnost povezanu sa temperaturom, padavinama, brojnošću vektora, okupljanjem stanovništva ili drugim ekološkim i društvenim faktorima. Sezonske promene mogu uticati i na aktivnost pojedinih životinjskih vrsta i verovatnoću kontakta sa njima. Zbog toga zdravstveni rizik na istoj destinaciji nije nužno jednak tokom cele godine. Duže putovanje uglavnom povećava ukupnu mogućnost izlaganja, ali ni kratko putovanje nije automatski putovanje niskog rizika. Izlaganje može nastati tokom samo jedne aktivnosti ili jednog događaja - jednog kupanja, ujeda, obroka ili bliskog kontakta. Važna je i **svrha putovanja**. Posebnu grupu predstavljaju putnici koji odlaze u zemlju porekla radi posete prijateljima i rodbini.

322 *Envenomacija - unošenje životinjskog otrova u organizam ujedom, ubodom ili kontaktom sa otrovnim organima životinje.*

Oni često borave duže, koriste smeštaj u lokalnim domaćinstvima, odlaze u ruralna područja i mesta van uobičajenih turističkih ruta i češće dele svakodnevne životne uslove lokalnog stanovništva. Osećaj pripadnosti i poznavanja sredine može pri tome smanjiti percepciju zdravstvenog rizika, iako stvarna mogućnost izlaganja određenim infekcijama ili drugim biološkim hazardima može biti veća nego kod turista koji boravi na standardnoj turističkoj ruti. Od posebnog značaja su **način putovanja i planirane aktivnosti**. Kratak boravak u gradskom hotelu, višenedeljno putovanje kroz ruralna područja, kampovanje, safari i *trekking* stvaraju različite obrasce ekspozicije. Kupanje ili rafting u prirodnim slatkim vodama mogu biti povezani sa drugim infektivnim agensima nego boravak na kruzeru, dok poseta farmi, pijaci živih životinja ili safari parku povećava mogućnost kontakta sa životinjama. Boravak u pećinama predstavlja drugačiji tip ekspozicije, a ronjenje, plivanje sa maskom i disaljkom (*snorkeling*) i rekreativni ribolov mogu dovesti do kontakta sa meduzama, ražama, otrovnim ribama i drugim morskim organizmima. Velika sportska, kulturna ili verska okupljanja, sa druge strane, povećavaju intenzitet kontakta među ljudima. **Profil zdravstvenog rizika destinacije** nije nepromenljiv. Pojava epidemije ili novog žarišta, promena rasprostranjenosti vektora, klimatske i ekološke promene, širenje invazivnih vrsta, migracije stanovništva i veliki javni događaji mogu za relativno kratko vreme promeniti okolnosti izlaganja. Zato udžbenici i stručni priručnici pružaju osnovu za razumevanje zdravstvenih rizika, ali se za konkretno putovanje moraju proveravati i aktuelne informacije relevantnih zdravstvenih službi. Za procenu je zato korisnije govoriti o **rizičnoj ekspoziciji na konkretnoj destinaciji** nego o apsolutno „bezbednim" i „nebezbednim" državama.

Preventivne i zaštitne mere. Treći element procene odnosi se na mogućnost sprečavanja ili smanjivanja rizika. Prisustvo infektivnog agensa, vektora ili pote-ncijalno opasne životinjske vrste na destinaciji ne znači da će putnik neizbežno biti izložen, kao što ni samo izlaganje ne znači da će nužno doći do bolesti ili ozbiljnog zdravstvenog oštećenja. Na veliki broj elemenata rizika moguće je uticati pre putovanja i tokom boravka. Preventivne mere zavise od vrste ekspozicije. Kod infekcija za koje postoje odgovarajuće vakcine značaj ima pravovremena imunizacija. U područjima transmisije malarije može biti potrebna hemoprofilaksa,[323] ali ona ne zamenjuje zaštitu od ujeda komaraca. Kod bolesti koje se prenose hranom i vodom primenjuju se mere bezbednog izbora hrane i vode i lične higijene. Kod zoonoza[324] se rizik smanjuje izbegavanjem nepotrebnog kontakta sa životinjama i pravilnim postupanjem nakon ujeda ili ogrebotine, dok se kod infekcija koje se prenose krvlju ili seksualnim kontaktom primenjuju odgovarajuće mere lične zaštite. Kod drugih bioloških rizika mere se

323 *Hemoprofilaksa – primena lekova radi sprečavanja nastanka određene infekcije ili bolesti kod osobe izložene povećanom riziku.*

324 *Zoonoze su infektivne bolesti koje se prenose sa životinje na ljude.*

prilagođavaju konkretnoj aktivnosti. Pri planinarenju i kampovanju značaj imaju odgovarajuća obuća i odeća, oprez pri kretanju kroz vegetaciju, kao i pregled odeće, obuće, vreće za spavanje i druge opreme nakon boravka u prirodi; kod ronjenja i kupanja poštovanje lokalnih upozorenja i izbegavanje dodirivanja morskih organizama; a kod safarija, poseta farmama i drugih aktivnosti sa životinjama održavanje bezbedne distance i poštovanje uputstava vodiča. U udaljenim područjima važan deo pripreme predstavlja i unapred poznat plan pristupa zdravstvenoj službi ili medicinske evakuacije. Zaštitne mere zato se ne posmatraju pojedinačno, već kao skup komplementarnih postupaka prilagođenih konkretnom putniku i putovanju. Prevencija obuhvata i znanje o tome kada treba potražiti medicinsku pomoć. Podatak o nedavnom putovanju može biti od ključnog značaja za tumačenje simptoma nakon povratka. Povišena telesna temperatura nakon boravka u području transmisije malarije ima drugačiji dijagnostički značaj od iste tegobe kod osobe bez takve ekspozicije. Slično tome, progresivni otok, otežano disanje ili neurološki simptomi nakon ujeda ili uboda zahtevaju drugačije postupanje od blage lokalne reakcije.

U nastavku poglavlja zdravstveni rizici biološkog porekla razmatraju se kroz dve osnovne celine: **zarazne bolesti i druge biološke rizike koji nisu infektivne prirode**. Zarazne bolesti organizovane su prvenstveno prema načinu prenosa i vrsti ekspozicije značajnoj za putnika. U drugoj celini obrađuju se biološki rizici koji ne nastaju delovanjem infektivnih agenasa, pre svega ujedi, ubodi i envenomacije izazvane otrovnim kopnenim i morskim životinjama.

ZARAZNE BOLESTI TOKOM PUTOVANJA

Zarazne bolesti predstavljaju oboljenja izazvana biološkim agensima, među kojima su virusi, bakterije, paraziti i gljive. Do infekcije može doći na različite načine: neposrednim kontaktom sa obolelom osobom, preko hrane i vode, krvi i drugih telesnih tečnosti, posredstvom životinja i vektora ili kontaktom sa kontaminiranom vodom, zemljištem i drugim elementima životne sredine. Zato za putnika nije dovoljno znati samo koji je uzročnik prisutan na destinaciji; jednako je važno **razumeti kako može doći do izlaganja**. U skladu sa tim, zarazne bolesti u nastavku poglavlja organizovane su prema dominantnom putu prenosa i **okolnostima ekspozicije značajnim za turizam**: kao vektorske bolesti, infekcije koje se prenose hranom i vodom, infekcije povezane sa vodom, zemljištem i prirodnim okruženjem, zoonoze, respiratorne infekcije i bolesti povezane sa bliskim kontaktom, kao i infekcije koje se prenose seksualnim kontaktom, krvlju i telesnim tečnostima. Ova podela je funkcionalna, jer se putevi prenosa pojedinih bolesti mogu preklapati.

Vektorske bolesti

Vektorske bolesti obuhvataju infekcije čiji se uzročnici prenose posredstvom komaraca, krpelja, peščanih mušica, buva i drugih artropoda. Njihov značaj za turizam ne određuje samo prisustvo uzročnika na destinaciji, već i prisustvo odgovarajućeg vektora, njegova sezonska i dnevna aktivnost, trajanje boravka, vrsta smeštaja i aktivnosti koje turista preduzima. Zbog toga dva putnika na istoj destinaciji ne moraju imati isti rizik. Boravak u gradskom hotelu, višednevni *trekking*, kampovanje ili kretanje kroz šumska i ruralna područja podrazumevaju različite mogućnosti kontakta sa vektorima. Međunarodna putovanja dodatno povezuju epidemiološki udaljena područja. Putnik može steći infekciju na destinaciji i razviti simptome tek nakon povratka, ali može i uneti uzročnika u područje u kojem postoje odgovarajući vektori i uslovi za dalju transmisiju. Takvi obrasci posebno su značajni kod denge, čikungunje i drugih arbovirusnih infekcija. Zbog velikog broja vektorskih bolesti, u nastavku su one grupisane prema glavnoj grupi vektora značajnoj za putnike: **komarci** (malarija, denga, čikungunja, Zika infekcija, žuta groznica, japanski encefalitis i *West Nile* groznica), **krpelji** (krpeljski encefalitis, lajmska bolest i pojedine rikecioze), **peščane mušice** (lajšmanijaza), **ce-ce muve** (afrička tripanosomijaza) i **buve** (kuga).

Malarija. Malarija je parazitska bolest koju izazivaju protozoe roda *Plasmodium*. Kod ljudi se najčešće javljaju infekcije vrstama *Plasmodium falciparum, P. vivax, P. ovale* i *P. malariae*. U delovima jugoistočne Azije javlja se i zoonotska malarija izazvana vrstom *Plasmodium knowlesi*, koja se na čoveka prenosi sa primata preko komaraca. Čovek se najčešće inficira ubodom zaražene ženke komarca roda *Anopheles*. Ovi komarci se uglavnom hrane **od sumraka do svitanja**, zbog čega je rizik od uboda naročito značajan tokom večernjih i noćnih sati, iako se obrasci aktivnosti mogu razlikovati među vrstama i područjima. Malarija je rasprostranjena pre svega u **tropskim i suptropskim područjima Afrike, Azije, Centralne i Južne Amerike, delova Kariba, Bliskog istoka i Pacifika**. Malarija je i dalje veliki globalni zdravstveni problem. Prema najnovijem izveštaju Svetske zdravstvene organizacije, u **2024. godini procenjeno je oko 282 miliona slučajeva malarije i 610.000 smrtnih ishoda u 80 zemalja**. Na **Afrički region** odnosilo se približno **94% svih slučajeva i 95% smrtnih ishoda.** Za putnika rizik zavisi od mnogo užeg skupa okolnosti: tačnog regiona, intenziteta lokalne transmisije, sezone, trajanja boravka, vrste smeštaja, aktivnosti na otvorenom i primene zaštite od uboda i hemoprofilakse. **Period inkubacije** nije jednak kod svih vrsta *Plasmodium*. Simptomi se mogu javiti već **oko nedelju dana nakon infekcije**, ali i više meseci nakon povratka. Kod *P. falciparum* period inkubacije najčešće iznosi približno **6-30 dana**, dok se kod *P. vivax* bolest može ispoljiti od oko **8 dana do 12 meseci nakon infekcije**. Zato odsustvo simptoma neposredno po povratku

ne isključuje malariju. Bolest najčešće počinje povišenom temperaturom, jezom ili drhtavicom, glavoboljom, bolovima u mišićima i izraženom malaksalošću. Simptomi mogu biti povremeni i nisu uvek praćeni klasičnim pravilnim ciklusima temperature. Kod teške malarije mogu se razviti poremećaj svesti, konvulzije,[325] teška anemija, akutno oštećenje bubrega, ozbiljne teškoće sa disanjem, koma i smrt. Posebno je značajna infekcija izazvana vrstom *P. falciparum*, kod koje se kliničko stanje može brzo i nepredvidivo pogoršati. Da malarija i dalje predstavlja realan problem kod međunarodnih putnika pokazuju noviji podaci američkog sistema nadzora. Tokom **2022. godine registrovano je 1.999 potvrđenih slučajeva malarije**, od kojih je **1.870, odnosno 93,5%, bilo povezano sa putovanjem**. Među slučajevima sa poznatim područjem sticanja infekcije, **90,2% je povezano sa putovanjem u Afriku**, a *P. falciparum* je činio **84,5% slučajeva kod kojih je vrsta parazita određena.** Zabeleženo je deset smrtnih ishoda, od kojih je osam bilo povezano sa *P. falciparum*. Među putnicima sa poznatim razlogom putovanja, najveći deo obolelih putovao je radi **posete prijateljima i rodbini**.

Prevencija malarije zasniva se na dve komplementarne mere: **sprečavanju uboda komaraca i primeni hemoprofilakse kada je ona indikovana**. Izbor leka zavisi od tačne destinacije, lokalne rezistencije parazita, trajanja putovanja, zdravstvenog stanja i terapije putnika, pa zahteva individualnu medicinsku procenu. Hemoprofilaksa značajno smanjuje rizik, ali ne pruža apsolutnu zaštitu i zato ne zamenjuje mere protiv uboda komaraca. Za putnika je posebno važno da se mogućnost malarije razmotri kod pojave povišene temperature tokom ili nakon boravka u području transmisije, čak i ako je pravilno uzimana hemoprofilaksa. Sumnja na malariju, naročito na infekciju vrstom *P. falciparum*, zahteva hitnu medicinsku procenu jer odlaganje dijagnoze i lečenja može dovesti do brzog pogoršanja. Iako danas **postoje vakcine** protiv malarije, RTS,S/AS01 i R21/Matrix-M, njihova primena namenjena je prvenstveno deci koja žive u područjima sa endemskom transmisijom *P. falciparum* i one se ne koriste kao standardna mera zaštite međunarodnih putnika.

Denga, čikungunja, Zika infekcija i žuta groznica. Denga, čikungunja, Zika infekcija i žuta groznica izazvane su različitim virusima, ali ih povezuje prenos preko komaraca roda *Aedes*. *Aedes aegypti* predstavlja važan vektor svih ovih infekcija, dok *Aedes albopictus* ima značajnu ulogu u prenosu denge, čikungunje i Zika virusa. Za razliku od komaraca roda *Anopheles*, koji prenose uzročnike malarije i najaktivniji su tokom večeri i noći, *Aedes* komarci aktivni su tokom dana, sa izraženijom aktivnošću u jutarnjim i kasnim popodnevnim satima. Ove vrste dobro su prilagođene životu u neposrednoj blizini čoveka i mogu se

325 *Konvulzije - nevoljni trzaji ili grčenje mišića koji mogu zahvatiti deo tela ili celo telo.*

razmnožavati u malim nakupinama vode u različitim posudama oko kuća, hotela i drugih objekata. Vektorski rizik zato nije ograničen na prašume i udaljena ruralna područja, već može biti izražen i u gusto naseljenim urbanim turističkim destinacijama. Žuta groznica se delimično razlikuje od ostalih bolesti ove grupe jer se virus održava kroz različite cikluse transmisije.

Denga. Dengu izazivaju virusi denge DENV-1, DENV-2, DENV-3 i DENV-4 iz porodice *Flaviviridae*. Infekcija jednim serotipom stvara dugotrajnu zaštitu prema tom serotipu, dok je zaštita prema preostala tri kratkotrajna. Ponovna infekcija drugim serotipom povezana je sa većim rizikom od teške denge, iako se težak oblik može razviti i tokom prve infekcije. Denga je široko rasprostranjena **u tropskim i suptropskim područjima sveta, naročito u Aziji, Pacifiku, Centralnoj i Južnoj Americi, na Karibima i u delovima Afrike**. Većina evropskih slučajeva povezana je sa putovanjima, ali se poslednjih godina beleži i lokalna transmisija u pojedinim delovima južne Evrope u kojima je prisutan *Aedes albopictus*. U Srbiji su registrovani importovani slučajevi denge, dok autohtona transmisija do sada nije potvrđena. Prisustvo komarca *Aedes albopictus* ipak stvara uslove za moguću lokalnu transmisiju nakon unošenja virusa zaraženim putnikom. Period inkubacije najčešće traje **5-7 dana**, uz raspon od približno **3-10 dana**. Veliki deo infekcija protiče bez simptoma, dok simptomatska bolest obično počinje naglim porastom temperature, jakom glavoboljom, bolom u predelu očiju, bolovima u mišićima i zglobovima i osipom. Kod manjeg broja obolelih može se razviti teška denga, koja može imati smrtni ishod. Značaj denge za međunarodni turizam pokazuje *GeoSentinel* analiza za period 2007-2022, koja je obuhvatila **5.958 putnika sa potvrđenom ili verovatnom dengom**. Turizam je bio razlog putovanja u **67,3% slučajeva**, a **50,4% infekcija stečeno je u jugoistočnoj Aziji**. Od 2.710 putnika za koje je postojao podatak o nivou pružene zdravstvene zaštite, **724 (26,7%) bila su hospitalizovana**. Teška denga registrovana je kod 27 putnika, a jedan je umro. Prevencija se prvenstveno zasniva na zaštiti od uboda komaraca. **Vakcina protiv denge postoji**, ali nije namenjena rutinskoj vakcinaciji svih međunarodnih putnika. Njena primena zavisi od važećih preporuka, epidemiološke situacije i individualne procene rizika. Vakcinacija protiv denge **nije uslov za ulazak u zemlju**.

Čikungunja. Čikungunju izaziva chikungunya virus (CHIKV) iz porodice ***Togaviridae***, a čoveku ga najčešće prenose *Aedes aegypti* i *Aedes albopictus*. Bolest je rasprostranjena prvenstveno **u tropskim i suptropskim područjima Afrike, Azije i Amerike**, uključujući ostrva Indijskog okeana. Povremena lokalna transmisija moguća je i u Evropi u područjima u kojima je prisutan *Aedes albopictus*. Period inkubacije najčešće traje **3-7 dana,** uz mogući raspon **od 1 do 12 dana**. Bolest tipično počinje naglim porastom temperature i izrazitim

bolovima u zglobovima, a mogu se javiti i glavobolja, bolovi u mišićima, mučnina, konjunktivitis i osip. Za čikungunju je karakteristično da kod dela obolelih bolovi i ukočenost zglobova mogu trajati mesecima, a ponekad i godinama. Noviji podaci pokazuju značaj međunarodnih putovanja za širenje infekcije. U okviru mreže *GeoSentinel*, od septembra 2025. do januara 2026. registrovano je **111 putnika koji su infekciju stekli na Kubi**. Pri povratku je procenjeno da je 70 od 109 putnika (64,2%) još bilo u fazi **viremije**.[326] Ako takvog putnika ubode lokalni komarac vrste *Aedes aegypti* ili *Aedes albopictus*, on se može zaraziti virusom i potom ga preneti na druge osobe, čime se u područjima u kojima su ovi vektori prisutni može uspostaviti lokalna transmisija. **Vakcina protiv čikungunje postoji**. Vakcinacija se preporučuje putnicima koji odlaze u zemlju ili područje sa aktuelnom epidemijom, dok se kod dugotrajnog boravka u područjima sa povišenim rizikom može razmotriti na osnovu individualne procene. Zaštita od uboda komaraca ostaje osnovna preventivna mera.

Zika infekcija. Zika infekciju izaziva Zika virus (ZIKV) iz porodice *Flaviviridae*. Glavni vektori su *Aedes aegypti* i *Aedes albopictus,* ali se virus može preneti i seksualnim putem. Zika virus registrovan je **u Africi, Severnoj, Srednjoj i Južnoj Americi, jugoistočnoj Aziji i zapadnom Pacifiku**. Nakon velikih epidemija zika virusne infekcije tokom 2015. i 2016. godine, broj prijavljenih slučajeva značajno se smanjio, ali transmisija i dalje postoji u pojedinim područjima. Period inkubacije iznosi približno **3-14 dana**, a većina infekcija protiče bez simptoma. Kada se bolest ispolji, klinička slika je najčešće blaga i uključuje povišenu temperaturu, osip, bolove u zglobovima, konjunktivitis, glavobolju i bolove u mišićima. Poseban značaj infekcije Zika virusom povezan je sa trudnoćom. Infekcija tokom trudnoće može dovesti do kongenitalne (urođene) infekcije fetusa Zika virusom, uključujući **mikrocefaliju**[327] i druge ozbiljne poremećaje razvoja fetusa. Zbog mogućeg seksualnog prenosa, preventivne mere mogu biti potrebne i određeno vreme nakon povratka sa područja rizika. **Vakcina protiv Zika virusa trenutno ne postoji**. Prevencija se zato zasniva na zaštiti od uboda komaraca i sprečavanju seksualnog prenosa, posebno kada postoji mogućnost trudnoće.

Žuta groznica. Žutu groznicu izaziva virus žute groznice iz porodice *Flaviviridae*. Bolest se javlja u delovima **podsaharske Afrike i tropske Južne Amerike**, a prenosi se ubodom zaraženih komaraca. Virus se održava kroz različite cikluse transmisije: u silvatičnom ili šumskom ciklusu cirkuliše između primata i komaraca u šumskim područjima, dok se u urbanom ciklusu prenosi između ljudi posredstvom komarca *Aedes aegypti*. Period inkubacije najčešće traje **3-6 dana**.

326 *Viremija - prisustvo virusa u krvi zaražene osobe.*

327 *Mikrocefalija - stanje kod kojeg je obim glave novorođenčeta znatno manji od očekivanog za uzrast i pol, najčešće kao posledica poremećenog razvoja mozga.*

Mnoge infekcije protiču bez simptoma ili sa blagom kliničkom slikom, dok simptomatska bolest najčešće počinje naglim porastom telesne temperature, glavoboljom, bolovima u mišićima, mučninom i povraćanjem. Kod manjeg broja obolelih može se razviti težak oblik bolesti, praćen žuticom i krvarenjem, koji može imati smrtni ishod. Za putnike je posebno značajno to što protiv žute groznice postoji **veoma efikasna vakcina**. Jedna doza pruža dugotrajnu zaštitu, a Međunarodni sertifikat o vakcinaciji ili profilaksi postaje važeći **10 dana nakon prve vakcinacije i važi doživotno**. Za razliku od vakcinacije protiv denge i čikungunje, dokaz o vakcinaciji protiv žute groznice može predstavljati **uslov za ulazak u pojedine zemlje**. Zahtev može važiti za sve putnike ili samo za one koji dolaze iz zemlje sa rizikom transmisije žute groznice, pa se pravila za konkretnu destinaciju moraju proveriti neposredno pre putovanja.

Japanski encefalitis. Japanski encefalitis izaziva virus japanskog encefalitisa (JEV) iz porodice *Flaviviridae*. Prenose ga prvenstveno komarci roda *Culex*, koji su najaktivniji u večernjim i noćnim satima. Virus u prirodi cirkuliše između komaraca i životinja koje služe kao rezervoari infekcije, pre svega ptica i svinja, dok čovek predstavlja slučajnog domaćina. Bolest je rasprostranjena u delovima **južne, jugoistočne i istočne Azije i zapadnog Pacifika**, naročito u ruralnim i poljoprivrednim područjima. Rizik zavisi od sezone, lokalnih uslova, trajanja boravka i aktivnosti putnika. Period inkubacije najčešće traje **5-15 dana**. Više od 99% infekcija protiče bez simptoma ili veoma blago. Kod malog broja obolelih razvija se encefalitis, koji može imati težak ishod i ostaviti dugotrajne neurološke ili kognitivne posledice, odnosno poremećaje pamćenja, pažnje i drugih mentalnih funkcija. Za većinu turista rizik je veoma nizak i procenjuje se na **manje od jednog slučaja na milion putnika u endemska područja**. Rizik je, međutim, veći kod dužeg boravka, putovanja tokom sezone transmisije, boravka u ruralnim i poljoprivrednim područjima i intenzivnih aktivnosti na otvorenom. **Vakcina protiv japanskog encefalitisa postoji**. Vakcinacija se preporučuje ili razmatra kod putnika sa povećanim rizikom, u zavisnosti od trajanja i vremena putovanja, tačnog itinerera, smeštaja i planiranih aktivnosti. **Vakcinacija protiv japanskog encefalitisa nije uslov za ulazak u zemlju**. Zaštita od uboda komaraca ostaje važna bez obzira na vakcinaciju.

West Nile infekcija. *West Nile* infekciju izaziva virus iz porodice *Flaviviridae*. Virus se u prirodi održava u ciklusu između **ptica i komaraca**, prvenstveno roda *Culex*, dok se čovek inficira ubodom zaraženog komarca. West Nile virus ima široku geografsku rasprostranjenost i prisutan je u **Africi, Evropi, na Bliskom istoku, u zapadnoj Aziji i Severnoj Americi**, kao i u drugim područjima u kojima postoje odgovarajući vektori i domaćini. *West Nile* virus je **prisutan i u Srbiji**, gde se tokom sezone aktivnosti komaraca redovno registruju lokalno stečeni slučajevi infekcije.

Transmisija je izrazito sezonska i povezana sa periodima aktivnosti komaraca. Period inkubacije iznosi **2-14 dana**, najčešće 2-6 dana. Oko **80% infekcija protiče bez simptoma**, dok približno 20% inficiranih razvija bolest praćenu povišenom telesnom temperaturom, glavoboljom, malaksalošću i bolovima u mišićima i zglobovima, ponekad praćenu osipom ili gastrointestinalnim tegobama. Kod manje od 1% inficiranih može se razviti ozbiljna neurološka bolest. Za putnika rizik zavisi od destinacije, sezone i vremena provedenog na otvorenom, naročito tokom večernjih i noćnih sati kada su mnogi komarci roda *Culex* najaktivniji. **Vakcina protiv *West Nile* virusa za ljude ne postoji**. Prevencija se zato zasniva na zaštiti od uboda komaraca.

Pored komaraca, značajni vektori infekcija tokom putovanja su i krpelji, naročito u Evropi, Aziji i Severnoj Americi. Izloženost je prvenstveno povezana sa boravkom u prirodi, pa planinarenje, kampovanje, biciklizam, lov, ribolov, sakupljanje gljiva i druge aktivnosti u šumskim i travnatim područjima mogu povećati mogućnost kontakta sa zaraženim krpeljima.

Krpeljski encefalitis. Krpeljski encefalitis izaziva virus krpeljskog encefalitisa (TBEV) iz porodice *Flaviviridae*. Prenosi se prvenstveno ujedom zaraženih krpelja roda *Ixodes*, a područja transmisije prostiru se od delova zapadne, centralne i severne **Evrope do severne i istočne Azije**. Ređe se infekcija može steći konzumiranjem nepasterizovanog mleka ili mlečnih proizvoda poreklom od zaraženih koza, ovaca ili goveda. Period inkubacije najčešće traje **7-14 dana**, uz mogući raspon od približno **2-28 dana**. Oko tri četvrtine infekcija protiče bez simptoma. Kod simptomatskih osoba bolest može započeti porastom telesne temperature, glavoboljom, malaksalošću, bolovima u mišićima i gastrointestinalnim tegobama. Kod dela obolelih, nakon kratkotrajnog poboljšanja, može nastupiti druga faza sa zahvatanjem centralnog nervnog sistema i razvojem meningitisa ili encefalitisa. Težina bolesti razlikuje se među podtipovima TBE virusa, a neurološka forma može ostaviti dugotrajne posledice. Iako je krpeljski encefalitis među međunarodnim putnicima relativno redak, njegov značaj ne treba procenjivati samo prema broju slučajeva. Sistematski pregled objavljen 2025. godine identifikovao je **39 objavljenih slučajeva TBE povezanih sa međunarodnim putovanjima**. Od 34 putnika za koje su bili dostupni klinički podaci, 33 (97%) bila su hospitalizovana. U podacima evropskog nadzora za period 2015–2022. godine, među 22.191 prijavljenim slučajem identifikovano je 376 (1,7%) slučajeva povezanih sa međunarodnim putovanjem. Rizik za putnika najviše zavisi od **tačne lokacije, sezone i aktivnosti na otvorenom**. Posebno su izložene osobe koje tokom toplijeg dela godine pešače, kampuju, love, pecaju, voze bicikl ili sakupljaju gljive i bobičasto voće u šumskim i travnatim područjima. **Vakcina protiv krpeljskog encefalitisa postoji.** Vakcinacija se preporučuje ili razmatra

kod putnika koji odlaze u područja transmisije i očekuju značajnije izlaganje krpeljima, posebno tokom aktivnosti na otvorenom. Ona **nije uslov za ulazak u zemlju**. Prevencija uključuje i zaštitu od ujeda krpelja, pregled kože nakon boravka u prirodi i izbegavanje nepasterizovanog mleka i mlečnih proizvoda u područjima poznatog rizika.

Lajmska bolest. Lajmsku bolest izazivaju različite srodne vrste bakterija iz grupe *Borrelia burgdorferi sensu lato*, koje se prenose ujedom zaraženih krpelja roda *Ixodes*. To je **najčešća bolest koju prenose krpelji u umerenim područjima Evrope,** a javlja se i u Severnoj Americi i delovima Azije. U Evropi je glavni vektor *Ixodes ricinus*, koji se može naći ne samo u šumama već i na travnatim površinama, u parkovima i drugim zelenim područjima. Rani simptomi mogu se javiti **3-30 dana nakon ujeda krpelja**. Najtipičnija kožna promena je *erythema migrans* - crvenilo kože koje se postepeno širi od mesta ujeda i javlja se kod približno **60-80% obolelih**. Mogu se javiti i povišena temperatura, glavobolja, umor i bolovi u mišićima i zglobovima. Ako se infekcija ne prepozna i ne leči, kasnije može zahvatiti nervni sistem, srce ili zglobove. Rizik nije ograničen samo na udaljena prirodna područja; izlaganje je moguće i tokom šetnje kroz šume, parkove i druge zelene površine. Rizik od infekcije raste što je zaraženi krpelj duže pričvršćen za kožu, pa je pregled tela nakon boravka u prirodi i pravovremeno uklanjanje krpelja važna preventivna mera. **Vakcina protiv lajmske bolesti za ljude trenutno nije dostupna**. Prevencija se zato zasniva na sprečavanju ujeda krpelja, odgovarajućoj odeći i repelentima[328] i izbegavanju kretanja kroz visoku travu i žbunje kada je moguće.

Rikecioze koje prenose krpelji. Krpelji mogu prenositi i druge bakterijske infekcije, među kojima su rikecioze, čiji se značaj razlikuje u zavisnosti od destinacije. Za međunarodne putnike posebno je značajna **afrička krpeljska groznica**, koju izaziva *Rickettsia africae*. Ona se javlja u velikom delu podsaharske Afrike i posebno je povezana sa safari turizmom, pešačenjem kroz žbunje, lovom i drugim aktivnostima u prirodi. CDC je navodi kao **najčešće dijagnostikovanu rikeciozu kod međunarodnih putnika**. Bolest se najčešće ispoljava povišenom temperaturom, glavoboljom, bolovima u mišićima i karakterističnom promenom na mestu ujeda krpelja. **Vakcina protiv rikecioza nije dostupna**, pa se prevencija zasniva na zaštiti od ujeda krpelja.

Pored infekcija koje prenose komarci i krpelji, na pojedinim destinacijama značajne su i bolesti koje prenose **peščane mušice, ce-ce muve i drugi insekti koji se hrane krvlju**. Njihov značaj za prosečnog kratkotrajnog turistu uglavnom je manji, ali mogu postati relevantne kod avanturističkog turizma, safarija, ekoturizma, terenskog rada i dužeg boravka u endemskim područjima.

328 *Repelenti - sredstva koja se nanose na kožu ili odeću radi odbijanja komaraca, krpelja i drugih artropoda.*

Lajšmanijaza. Lajšmanijazu izazivaju protozoe roda *Leishmania*, koje prenose zaražene ženke peščanih mušica. Bolest se javlja u delovima **Afrike, Azije, Bliskog istoka, južne Evrope i Centralne i Južne Amerike**. Može se ispoljiti u kožnom, mukoznom ili visceralnom obliku, odnosno zahvatiti kožu, sluzokože ili unutrašnje organe, pri čemu je kod putnika česta kožna forma sa promenom koja se razvija nedeljama nakon infekcije i može dugo trajati. Za putnike je rizik veći tokom boravka na otvorenom **od sumraka do svitanja**, kada su peščane mušice najaktivnije. Avanturistički turisti, ekoturisti, osobe koje kampuju i dugotrajni putnici imaju veću mogućnost izlaganja, iako su slučajevi opisani i nakon kraćih putovanja. **Vakcina i hemoprofilaksa protiv lajšmanijaze ne postoje**. Prevencija se zasniva na zaštiti od uboda peščanih mušica, uključujući repelente, zaštitnu odeću i odgovarajuću zaštitu prostora za spavanje.

Afrička tripanosomijaza. Afričku tripanosomijazu ili **bolest spavanja** izazivaju protozoe *Trypanosoma brucei*, koje prenose ce-ce muve roda *Glossina*. Bolest se javlja isključivo u **podsaharskoj Africi**. Za turiste je posebno značajan istočno i južnoafrički oblik izazvan *Trypanosoma brucei rhodesiense*, jer se može javiti nakon relativno kratkog boravka u nacionalnim parkovima, rezervatima i drugim područjima u kojima postoje divlje životinje koje predstavljaju rezervoar parazita. Kod ovog oblika simptomi se mogu razviti brzo i uključuju povišenu temperaturu, glavobolju, bolove u mišićima i promenu na mestu ujeda, dok nelečena infekcija može napredovati i zahvatiti centralni nervni sistem. Bolest je kod turista retka, ali je dobro povezana sa safari ekspozicijom. Tako je 2024. godine opisana infekcija kod putnika koji se vratio iz Zimbabvea, a još tri slučaja prijavljena su među putnicima koji su boravili u istom području doline Zambezi. **Vakcina i hemoprofilaksa protiv afričke tripanosomijaze ne postoje**. Prevencija se zasniva na smanjenju kontakta sa ce-ce muvama tokom boravka u područjima rizika.

Kuga. Kugu izaziva bakterija *Yersinia pestis*, koja se u prirodi održava prvenstveno među glodarima, a na čoveka se najčešće prenosi ujedom zaražene buve. **Bubonski oblik** najčešće nastaje nakon takvog prenosa i karakteriše ga bolno uvećanje limfnih čvorova, dok se **plućni oblik** može prenositi neposredno sa čoveka na čoveka respiratornim kapljicama. Bolest se i danas javlja u pojedinim endemskim područjima, naročito **na Madagaskaru i u delovima Afrike i Amerike**. Za putnike je rizik uglavnom nizak, ali može biti veći tokom boravka u ruralnim područjima, kampovanja, lova ili kontakta sa glodarima. Velika epidemija na Madagaskaru 2017. godine pokazala je da kuga nije samo istorijska bolest: prijavljeno je više od 1.800 slučajeva, pri čemu je neuobičajeno veliki deo činila plućna kuga. Za putnike se prevencija prvenstveno zasniva na izbegavanju kontakta sa glodarima i njihovim jazbinama, zaštiti od ujeda buva i izbegavanju dodirivanja bolesnih ili uginulih životinja u područjima u kojima se kuga javlja.

Infekcije koje se prenose hranom i vodom

Hrana i voda mogu predstavljati put prenosa velikog broja infekcija, ali se njihove posledice ne ograničavaju na oboljenja gastrointestinalnog sistema. Istim putem mogu se preneti uzročnici koji mogu izazvati crevna oboljenja, sistemske infekcije ili infekcije jetre, sa veoma različitim tokom i značajem za putnika. Zbog velikog broja bolesti koje se mogu preneti hranom i vodom, u ovom delu izdvojene su one koje imaju **poseban značaj u međunarodnim putovanjima** zbog geografske rasprostranjenosti, mogućnosti težeg ili sistemskog toka, epidemijskog potencijala, posebnog rizika za određene grupe putnika ili mogućnosti specifične prevencije vakcinacijom. Zato se zajedno razmatraju hepatitis A, tifusna i paratifusna groznica, kolera i hepatitis E. One ne pripadaju istoj grupi uzročnika niti izazivaju isti tip bolesti, ali ih povezuje **zajednički put izlaganja putnika - kontaminirana hrana ili voda**. Najčešći uzročnici akutnih crevnih infekcija, bezbednost hrane i vode i opšte preventivne mere već su detaljno razmotreni u prethodnom poglavlju, pa se ovde ne ponavljaju.

Hepatitis A. Hepatitis A je akutna virusna infekcija jetre koju izaziva hepatitis A virus (HAV) iz porodice *Picornaviridae*. Prenosi se fekalno-oralnim putem, najčešće preko kontaminirane hrane i vode, ali i neposrednim kontaktom sa inficiranom osobom. Bolest je naročito rasprostranjena u područjima sa ograničenim pristupom bezbednoj vodi i odgovarajućoj sanitaciji. Visoka endemičnost prisutna je **u delovima Afrike i Azije, a srednja u delovima Azije, Centralne i Južne Amerike i istočne Evrope**. Infekcija se, međutim, može steći i tokom standardnog turističkog boravka, pa hotelski smeštaj sam po sebi ne isključuje rizik. Period inkubacije traje **15-50 dana**, prosečno oko 28 dana. Zbog toga putnik često razvije simptome tek nakon povratka. Bolest se može ispoljiti malaksalošću, gubitkom apetita, mučninom, abdominalnim tegobama, tamnom mokraćom i žuticom. Kod male dece infekcija često protiče bez simptoma, dok je simptomatska bolest znatno češća kod odraslih. Značaj hepatitisa A za putnike pokazuje *GeoSentinel* analiza za period 2008-2020, koja je obuhvatila **254 međunarodna putnika sa hepatitisom A**. Turizam je bio razlog putovanja kod 47%, a poseta prijateljima i rodbini kod 28% obolelih. Među 54 putnika za koje je bio poznat vakcinalni status, 53 nisu bila vakcinisana. **Protiv hepatitisa A postoji efikasna vakcina**, koja predstavlja važan deo pripreme nevakcinisanih putnika za odlazak u područja rizika. Vakcinacija protiv hepatitisa A **nije uslov za ulazak u zemlju** i ne zamenjuje mere bezbednosti hrane i vode.

Tifusna i paratifusna groznica. Tifusnu groznicu izaziva *Salmonella enterica* serotip Typhi, dok paratifusnu groznicu izazivaju serotipovi Paratyphi A, B i C. Za razliku od netifusnih salmonela, njihov rezervoar je čovek. Infekcija nastaje unošenjem hrane ili vode kontaminirane fecesom inficirane osobe ili kliconoše.

Bolest se javlja u delovima Azije, Afrike i Latinske Amerike, **a najveći rizik za međunarodne putnike postoji u Južnoj Aziji**, naročito u Bangladešu, Indiji i Pakistanu. Posebno su izloženi putnici koji posećuju prijatelje i rodbinu, ali je tifusna groznica zabeležena i nakon boravka kraćeg od jedne nedelje u visokoendemskim područjima. Period inkubacije kod tifusne groznice najčešće traje **6-30 dana**, a kod paratifusne približno **1-10 dana**. Bolest najčešće počinje postepeno, povišenom temperaturom, glavoboljom, izraženom malaksalošću i abdominalnim tegobama. Dijareja ne mora biti dominantan simptom, što je važno kod putnika koji se vraćaju iz područja u kojima su prisutne i druge febrilne bolesti. GeoSentinel analiza 889 međunarodnih putnika sa potvrđenom enteričnom groznicom pokazala je da je **71% infekcija stečeno u Južnoj Aziji**, dok je 41% obolelih putovalo radi posete prijateljima i rodbini. Čak 65% putnika nije obavilo zdravstvenu konsultaciju pre putovanja. Ista studija pokazala je značajnu učestalost smanjene osetljivosti izolata na pojedine antibiotike, što dodatno povećava značaj prevencije. **Vakcine protiv tifusne groznice postoje**, ali ne obezbeđuju potpunu zaštitu. **Za paratifusnu groznicu nema odgovarajuće specifične vakcine za putnike**. Vakcinacija protiv tifusne groznice nije uslov za ulazak u zemlju, a bezbednost hrane i vode ostaje važna i kod vakcinisanih osoba.

Kolera. Koleru izazivaju toksigeni sojevi bakterije Vibrio cholerae, prvenstveno serogrupa O1 i O139. Prenosi se fekalno-oralnim putem, najčešće kontaminiranom vodom i hranom. Bolest je prisutna naročito u delovima **Afrike, Južne i Jugoistočne Azije i Amerike**, a rizik raste u područjima sa ozbiljno narušenim vodosnabdevanjem, sanitacijom i higijenom. Period inkubacije je kratak i simptomi se najčešće javljaju nakon **2-3 dana**. Većina infekcija protiče bez ili blago izraženih simptoma, dok približno jedna od deset inficiranih osoba razvija težu bolest sa obilnom vodenom dijarejom i brzim gubitkom tečnosti. Za tipičnog turistu koji dosledno koristi bezbednu vodu i hranu rizik je veoma nizak. Veći rizik postoji kod putnika i humanitarnih radnika koji borave u područjima aktivne epidemije, izbegličkim kampovima ili sredinama u kojima su vodosnabdevanje i sanitacija ozbiljno narušeni. **Oralne vakcine protiv kolere postoje**, ali se preporučuju određenim putnicima koji odlaze u područja aktivne transmisije. **Nijedna država ne zahteva vakcinaciju protiv kolere kao uslov za ulazak u zemlju**.

Hepatitis E. Hepatitis E je virusna infekcija jetre koju izaziva hepatitis E virus (HEV) iz porodice *Hepeviridae*. Posebno je interesantan jer put prenosa zavisi od genotipa virusa. Genotipovi 1 i 2 prenose se prvenstveno fekalno-oralnim putem, naročito kontaminiranom vodom, dok genotipovi 3 i 4 imaju zoonotski karakter i mogu se preneti konzumiranjem sirovog ili nedovoljno termički obrađenog mesa zaraženih životinja. Hepatitis E javlja se širom sveta, ali je najčešći u **podsaharskoj Africi, istočnoj i južnoj Aziji**. Epidemije su posebno povezane sa sredinama u kojima je snabdevanje bezbednom vodom ozbiljno

narušeno, uključujući izbegličke kampove i kampove za interno raseljene osobe. Period inkubacije traje približno **2-10 nedelja**, prosečno 5-6 nedelja. Kod većine obolelih bolest se spontano povlači, a može se ispoljiti povišenom temperaturom, mučninom, gubitkom apetita, abdominalnim tegobama, tamnom mokraćom i žuticom. Poseban značaj ima infekcija tokom trudnoće, naročito u drugom i trećem trimestru, kada je povećan rizik od naglog i teškog poremećaja funkcije jetre, gubitka ploda i smrtnog ishoda. **Vakcina protiv hepatitisa** E postoji i registrovana je u Kini i još nekim zemljama, ali nije široko dostupna niti predstavlja standardnu vakcinu za međunarodne putnike. Prevencija se zato kod većine putnika prvenstveno zasniva na konzumiranju bezbedne hrane i vode.

Za prevenciju svih ovih infekcija važni su konzumiranje bezbedne vode i hrane, kao i odgovarajuće higijenske mere. Kako su ove mere detaljno obrađene u poglavlju o putničkoj dijareji i bezbednosti hrane, ovde ih nije potrebno ponavljati. **Vakcinacija predstavlja specifičnu dodatnu zaštitu za pojedine bolesti, ali ne zamenjuje mere kojima se smanjuje izlaganje kontaminiranoj hrani i vodi**.

Infekcije povezane sa vodom, zemljištem i prirodnim okruženjem

U prethodnom delu hrana i voda razmatrane su prvenstveno kao **put unošenja infektivnog agensa u organizam**. Ovde je način izlaganja drugačiji: infekcija može nastati neposrednim kontaktom kože ili sluzokože sa prirodnom slatkom vodom, zemljištem ili peskom, odnosno udisanjem mikroorganizama iz kontaminirane prašine. Zbog toga su za procenu rizika posebno značajne aktivnosti kao što su plivanje, rafting, vožnja kajakom, hodanje bosih nogu, kampovanje i istraživanje pećina.

Šistosomijaza. Šistosomijazu izazivaju parazitski crvi roda *Schistosoma*. Larveni oblici parazita mogu ući u organizam direktno kroz neoštećenu kožu tokom kupanja ili drugog kontakta sa kontaminiranom slatkom vodom, pa gutanje vode nije neophodno za infekciju. Bolest je najrasprostranjenija u **podsaharskoj Africi**, a transmisija postoji i u pojedinim područjima Južne Amerike, Kariba, jugoistočne Azije i Kine. Većina slučajeva kod međunarodnih putnika povezana je sa boravkom u Africi, naročito sa kupanjem, plivanjem, raftingom ili gaženjem kroz slatku vodu. Period inkubacije akutne šistosomijaze najčešće iznosi **14-84 dana**. Na mestu prodora larvi može se ranije pojaviti prolazna kožna reakcija, dok se nekoliko nedelja kasnije mogu javiti povišena temperatura, glavobolja, malaksalost, bolovi u mišićima, kašalj i gastrointestinalne tegobe. Zbog odložene pojave simptoma bolest se često ispolji tek nakon povratka sa putovanja. **Vakcina niti preventivni lek protiv šistosomijaze ne postoje**. Prevencija se zasniva na izbegavanju kupanja, plivanja i gaženja kroz prirodnu slatku vodu u područjima poznate transmisije. More i adekvatno hlorisani bazeni ne predstavljaju isti rizik.

Leptospiroza. Leptospirozu izazivaju bakterije roda *Leptospira*. Iako pripada zoonozama, ovde se razmatra zato što se putnik često inficira **posredno preko vode, blata ili vlažnog zemljišta kontaminiranog urinom zaraženih životinja**. Bakterije ulaze kroz oštećenu kožu ili sluzokožu, pa neposredan kontakt sa životinjom nije neophodan. Leptospiroza je rasprostranjena širom sveta, ali je učestalija u **tropskim područjima**, naročito u delovima **podsaharske Afrike, Latinske Amerike i Kariba, južne i jugoistočne Azije i Okeanije**. Rizik se povećava nakon obilnih padavina i poplava. Za putnike su posebno značajni rafting, vožnja kajakom, plivanje, aktivnosti u blatu, kampovanje i avanturističke trke. Period inkubacije traje **2-30 dana**, najčešće **5-14 dana**. Bolest može početi naglim porastom telesne temperature, glavoboljom, bolovima u mišićima, naročito listovima i donjem delu leđa, mučninom i drugim nespecifičnim simptomima. Kod manjeg broja obolelih može se razviti težak sistemski oblik bolesti. Značaj rekreativne ekspozicije dobro pokazuje epidemija među učesnicima međunarodne avanturističke trke *Eco-Challenge* održane 2000. godine na malezijskom Borneu. Od 189 ispitanih učesnika **80 (42%) je obolelo, a 29 je hospitalizovano**. Plivanje u reci Segama pokazalo se kao jedan od značajnih faktora rizika za obolevanje. Leptospiroza je relevantna i za Srbiju. U Vojvodini je tokom perioda 2009-2018. registrovano **87 humanih slučajeva i pet smrtnih ishoda**. Najveći broj slučajeva javljao se od avgusta do oktobra, a učestalost je pokazivala povezanost sa višim temperaturama i količinom padavina. Za međunarodne putnike **ne postoji rutinski dostupna vakcina protiv leptospiroze**. Prevencija se prvenstveno zasniva na smanjenju kontakta sa potencijalno kontaminiranom vodom i blatom i zaštiti oštećene kože. Kod kratkotrajnih visokorizičnih ekspozicija može se, nakon medicinske procene, razmotriti hemoprofilaksa.

Kutana larva migrans. Kutana larva migrans nastaje kada **larve ankilostoma, parazitskih crva pasa i mačaka** prodru kroz nezaštićenu kožu nakon kontakta sa zemljištem ili peskom kontaminiranim njihovim fecesom. Najčešće se javlja u **tropskim i suptropskim područjima**, a za turiste je posebno karakteristična ekspozicija na plažama na kojima borave psi i mačke. Hodanje bosih nogu, sedenje ili ležanje direktno na kontaminiranom pesku povećavaju mogućnost infekcije. Prve promene najčešće se pojavljuju tokom narednih dana, mada se mogu javiti i kasnije. Najčešće se javlja crvenkasta, vijugava promena praćena intenzivnim svrabom, koja se postepeno pomera kroz površinske slojeve kože. Iako se kutana larva migrans prvenstveno povezuje sa toplim klimatskim područjima, u Srbiji su 2008. godine opisana **dva verovatno autohtona slučaja kod osoba koje nisu putovale u inostranstvo**. Autori su ukazali na neuobičajeno toplo i vlažno vreme kao moguće povoljne uslove za razvoj larvi u zemljištu. **Vakcina ne postoji**. Prevencija se zasniva na nošenju obuće i izbegavanju direktnog kontakta nezaštićene kože sa potencijalno kontaminiranim peskom i zemljištem.

Ankilostomijaza i strongiloidijaza. Larve humanih ankilostoma, parazitskih crva, među kojima su *Necator americanus* i *Ancylostoma duodenale*, kao i *Strongyloides stercoralis*, mogu prodreti kroz nezaštićenu kožu pri kontaktu sa kontaminiranim zemljištem. Ove infekcije su najčešće u **toplim i vlažnim područjima sa nedovoljnom sanitacijom**, pa hodanje bosih nogu predstavlja karakterističnu ekspoziciju. Kod ankilostomijaze mogu se javiti kožna reakcija na mestu prodora larvi, prolazni respiratorni simptomi, a kasnije gastrointestinalne tegobe. Dugotrajnije infekcije mogu dovesti do gubitka krvi i anemije. Većina infekcija vrstom *Strongyloides stercoralis* protiče bez simptoma ili sa blagim tegobama. Posebnu osobinu predstavlja **autoinfekcija**: deo larvi ne napušta organizam, već ponovo prodire kroz crevnu sluzokožu ili kožu oko anusa i započinje novi razvojni ciklus. Zbog toga parazit može opstati u organizmu decenijama, dok se kod osoba sa oslabljenim imunskim sistemom može razviti veoma težak oblik bolesti. **Vakcine protiv ovih infekcija ne postoje**. Za putnike je najvažnije sprečiti neposredan kontakt nezaštićene kože sa potencijalno kontaminiranim zemljištem.

Histoplazmoza. Histoplazmozu izazivaju gljive roda *Histoplasma*. Infekcija nastaje **udisanjem spora gljive** koje dospevaju u vazduh pri uznemiravanju zemljišta ili drugog materijala obogaćenog izmetom ptica ili slepih miševa. Za turizam je posebno značajna ekspozicija tokom obilaska i istraživanja pećina. *Histoplasma* je prisutna u različitim delovima sveta, a za putnike su dobro dokumentovane ekspozicije u **Severnoj, Centralnoj i Južnoj Americi**, kao i u pojedinim područjima **Afrike i Azije**. Period inkubacije najčešće traje 3-17 dana. Većina izloženih osoba nema simptome, dok se simptomatska infekcija može ispoljiti povišenom temperaturom, kašljem, umorom, glavoboljom i bolovima u mišićima i grudima. Koliko pećinski turizam može predstavljati specifičnu epidemiološku ekspoziciju pokazao je događaj u Kostariki krajem 2024. godine. Od 13 članova jedne porodice, **12 je obišlo pećinu** Venado i **svih 12 je potom razvilo simptome**, 8-19 dana nakon posete. Svi su tokom obilaska videli slepe miševe i imali neposredan kontakt sa njihovim izmetom. **Vakcina protiv histoplazmoze ne postoji**. Prevencija se zasniva na smanjenju izlaganja prašini i materijalu kontaminiranom izmetom ptica ili slepih miševa, naročito tokom speleoloških i sličnih aktivnosti.

Zoonoze i zdravstveni rizici povezani sa kontaktom sa životinjama

Zoonoze su infekcije koje se prirodno prenose između životinja i ljudi. Tokom putovanja do izlaganja može doći ujedom ili ogrebotinom, kontaktom sa pljuvačkom, urinom, fecesom, krvlju i drugim izlučevinama životinja, ali i udisanjem kontaminiranih aerosola. Za turiste su takve ekspozicije moguće tokom poseta farmama, ruralnim domaćinstvima, zoološkim vrtovima, hramovima i drugim lokalitetima sa životinjama koje se slobodno kreću, kao i tokom safarija, jahanja i drugih aktivnosti u prirodi. Deca su naročito sklona neposrednom kontaktu sa životinjama i teže prepoznaju upozoravajuće ponašanje psa, mačke ili primata. Značaj ovih kontakata potvrđuje *GeoSentinel* analiza za period 2007-2018, koja je obuhvatila **6.470 kontakata sa životinjama koji su mogli predstavljati zdravstveni rizik kod međunarodnih putnika**. Čak 71% dogodilo se u Aziji, a psi, majmuni i mačke bili su uključeni u 76% svih ekspozicija. Turisti su činili više od tri četvrtine analiziranih putnika.

Besnilo. Besnilo je jedna od najtežih zoonoza značajnih za međunarodne putnike. Izazivaju ga virusi roda *Lyssavirus*, a nakon pojave kliničkih simptoma bolest je **praktično uvek smrtonosna**. Istovremeno, smrtni ishod se može sprečiti pravovremenom i pravilno sprovedenom zaštitom nakon izlaganja (postekspoziciona profilaksa), zbog čega je brzo reagovanje nakon rizičnog kontakta od presudnog značaja. Najčešće se prenosi **ujedom zaraženog sisara**, kada pljuvačka dospe u ranu, ali infekcija može nastati i preko ogrebotine ili kontakta zaražene pljuvačke sa oštećenom kožom ili sluzokožom. Za međunarodne putnike najvažnije ekspozicije predstavljaju psi, mačke, majmuni i slepi miševi. Besnilo može izazvati neuobičajene promene ponašanja: divlja životinja može izgubiti prirodan strah od ljudi i delovati neobično pitomo ili pristupačno, dok inače mirna životinja može postati razdražljiva ili agresivna. Zbog toga neobično ponašanje životinje treba shvatiti kao mogući znak bolesti, a ne kao znak da je kontakt bezbedan. Besnilo se javlja u brojnim delovima sveta, dok je najveći teret humanog besnila povezanog sa psima i dalje koncentrisan u **Aziji i Africi**. WHO navodi da ujedi i ogrebotine pasa uzrokuju oko 99% humanih slučajeva besnila. Period inkubacije je veoma promenljiv i može trajati od **oko jedne nedelje do jedne godine**, ali najčešće iznosi približno **2-3 meseca**. Početni simptomi uključuju povišenu temperaturu, malaksalost, glavobolju i bol, peckanje ili neobične senzacije u predelu mesta ekspozicije. Nakon širenja virusa na centralni nervni sistem nastaju neurološki simptomi. Za putnike je zato presudno reagovati odmah nakon ekspozicije. Nakon mogućeg izlaganja ranu treba odmah i temeljno prati sapunom i obilnom količinom vode najmanje 15 minuta, a zatim, ako je dostupan, primeniti antiseptik koji ima sposobnost da inaktivira virus, kao što je povidon-jod, i što pre potražiti medicinsku pomoć.

Vakcina protiv besnila postoji. Vakcinacija pre izlaganja (preekspoziciona vakcinacija) preporučuje se određenim putnicima u zavisnosti od epidemiološke situacije na destinaciji, planiranog kontakta sa životinjama, trajanja boravka i dostupnosti odgovarajuće postekspozicione zaštite. Prethodna vakcinacija ne ukida potrebu za medicinskom procenom i dodatnom vakcinacijom nakon rizičnog kontakta. Za Srbiju je značajna povoljna promena epidemiološkog statusa. **U maju 2026. WOAH[329] je objavio samodeklaraciju Republike Srbije o slobodi od infekcije virusom besnila**. Od juna 2026. godine, pri putovanju pasa, mačaka i lasica iz Srbije u Evropsku uniju više se ne zahteva određivanje titra antitela na besnilo, dok vakcinacija životinja protiv besnila ostaje obavezna.

B virus i kontakt sa makaki majmunima. B virus, odnosno *Macacine alphaherpesvirus 1*, prirodno je prisutan kod **makaki majmuna**. Čovek se može inficirati nakon ujeda ili ogrebotine, kao i kada telesne tečnosti ili tkiva makakija dođu u kontakt sa oštećenom kožom ili sluzokožom. Makaki majmuni žive **prvenstveno u Aziji**, a prisutni su i na pojedinim turističkim lokalitetima, uključujući mesta na kojima su naviknuti na blizinu ljudi i hranjenje. Za turiste su zato posebno rizične situacije u kojima se životinjama prilazi radi fotografisanja, hranjenja ili dodirivanja. Simptomi se najčešće razvijaju **u toku prvog meseca nakon ekspozicije**, ali se mogu pojaviti već nakon **3-7 dana**. Početak bolesti može ličiti na grip, sa povišenom telesnom temperaturom, glavoboljom, bolovima u mišićima i umorom, a na mestu kontakta mogu se pojaviti plikovi. U težim slučajevima infekcija se širi na centralni nervni sistem i može imati veoma ozbiljan ili smrtonosan ishod. Infekcija kod ljudi je izuzetno retka i, prema *CDC Yellow Book 2026*, do sada nisu dokumentovani slučajevi B virus infekcije kod međunarodnih putnika, uprkos velikom broju kontakata turista sa makakijima. Ipak, zbog težine mogućeg ishoda, svaki ujed ili ogrebotina makakija zahteva da se rana odmah ispere i da se potraži medicinska pomoć. **Vakcina protiv B virusa ne postoji**.

Q groznica. Q groznicu izaziva bakterija *Coxiella burnetii*. Najvažniji rezervoari za čoveka su **ovce, koze i goveda**. Bakterija se u velikom broju može nalaziti u posteljici, plodovoj vodi i drugom biološkom materijalu nastalom tokom porođaja, a čovek se najčešće inficira **udisanjem kontaminirane prašine ili aerosola**. Neposredan fizički kontakt sa životinjom zato nije neophodan. Q groznica je rasprostranjena u mnogim delovima sveta. Za putnike su posebno značajni boravak na farmama, u ruralnim domaćinstvima i stočnim objektima, posebno u prostorima u kojima se odvijaju jagnjenje, jarenje i teljenje. Zbog toga je bolest relevantna i za **ruralni i agroturizam**. Period inkubacije najčešće traje **1-3 nedelje**.

329 *WOAH - Svetska organizacija za zdravlje životinja (World Organisation for Animal Health), međunarodna organizacija koja prati zdravstveni status životinja, postavlja standarde za kontrolu bolesti životinja i objavljuje podatke o njihovoj pojavi i statusu zemalja.*

Najmanje polovina infekcija protiče bez simptoma. Simptomatska bolest može se ispoljiti naglim porastom temperature, glavoboljom, izraženim umorom, bolovima u mišićima i suvim kašljem, dok se kod pojedinih obolelih mogu razviti pneumonija ili hepatitis. Q groznica je endemski prisutna u Srbiji, naročito u Vojvodini, gde se povremeno registruju epidemije. Kao istorijski značajan primer navodi se velika epidemija iz 1976. godine, sa oko **900 obolelih**. Novije epidemije povezivane su i sa farmama koza, pri čemu je do infekcije dolazilo direktnim kontaktom sa zaraženim životinjama ili udisanjem kontaminiranih aerosola. **Vakcina protiv Q groznice postoji** i koristi se u **Australiji kod osoba sa povećanim profesionalnim rizikom**, ali nije široko dostupna niti predstavlja standardnu vakcinu za međunarodne putnike. Prevencija kod turista zasniva se prvenstveno na izbegavanju neposrednog kontakta sa biološkim materijalom nastalim tokom porođaja životinja i nepotrebnog boravka u prostorima u kojima se stvaraju kontaminirani aerosoli.

Bruceloza. Brucelozu izazivaju bakterije roda *Brucella*, među kojima su za čoveka najznačajnije *Brucella melitensis, B. abortus, B. suis* i *B. canis*. Infekcija može nastati neposrednim kontaktom sa zaraženim životinjama i njihovim tkivima ili izlučevinama, ali i konzumiranjem **nepasterizovanog mleka i mlečnih proizvoda**. Bolest je naročito značajna u pojedinim područjima **Mediterana, Bliskog istoka, severne i istočne Afrike, centralne i južne Azije i Centralne i Južne Amerike**. Za putnike su relevantni boravak na farmama, kontakt sa ovcama, kozama, govedima i svinjama, kao i konzumiranje tradicionalnih nepasterizovanih mlečnih proizvoda. Period inkubacije najčešće traje **2-4 nedelje**, ali može varirati od približno jedne nedelje do dva meseca ili duže. Klinička slika je često nespecifična i može uključivati porast telesne temperature, obilno znojenje, malaksalost, glavobolju, bolove u mišićima i zglobovima, gubitak apetita i telesne mase. Bez odgovarajućeg lečenja bolest može imati dugotrajan tok. Bruceloza je registrovana i u Srbiji. U epidemiji na području Šapca 2004. godine obolelo je **12 ljudi**, a epidemiološka istraga pokazala je povezanost i sa neposrednim kontaktom sa zaraženim životinjama i sa konzumiranjem mleka. Ovaj primer dobro pokazuje preplitanje zoonotskog i alimentarnog puta prenosa. **Vakcina protiv bruceloze za ljude ne postoji**. Prevencija kod putnika zasniva se na izbegavanju rizičnog kontakta sa životinjama za koje postoji sumnja da su zaražene, njihovim izlučevinama i tkivima, kao i na izbegavanju nepasterizovanog mleka i mlečnih proizvoda.

Lassa groznica. Lassa groznica je virusna zoonoza zapadne Afrike koju izaziva *Lassa* virus iz porodice *Arenaviridae*. Prirodni rezervoar su glodari roda *Mastomys*, a čovek se najčešće inficira kontaktom sa hranom, predmetima ili površinama kontaminiranim njihovim urinom ili fecesom. Inkubacija traje **2-21 dan**; većina infekcija protiče bez simptoma ili blago, dok se kod dela obolelih može razviti

teška sistemska bolest. Prenos sa čoveka na čoveka moguć je kontaktom sa krvlju i drugim telesnim tečnostima, naročito u zdravstvenim ustanovama. Za međunarodne putnike rizik je nizak, ali su importovani slučajevi više puta dokumentovani kod putnika iz zapadne Afrike. **Registrovana vakcina trenutno ne postoji**.

Respiratorne infekcije i bolesti povezane sa bliskim kontaktom tokom putovanja

Respiratorne infekcije spadaju među česte zdravstvene probleme tokom i nakon putovanja. Njihov značaj u turizmu ne proizlazi samo iz osobina pojedinačnih uzročnika već i iz samog načina putovanja. Korišćenje zajedničkog prevoza, boravak u zatvorenim prostorima i zajedničkom smeštaju, kao i učešće u grupnim aktivnostima, stvaraju uslove za lakši prenos respiratornih infekcija. Respiratorne bolesti su čest razlog zbog kojeg se putnici nakon povratka obraćaju zdravstvenoj službi, a među uzročnicima dominiraju virusi. Na verovatnoću prenosa naročito utiču **blizina i trajanje kontakta, gustina ljudi, ventilacija prostora i imunološki status putnika**. Zato boravak na istoj destinaciji ne podrazumeva jednak rizik za osobu koja većinu vremena provodi na otvorenom i za putnika koji satima boravi u punom autobusu, zatvorenoj sali ili zajedničkom smeštaju. Ovaj princip posebno dolazi do izražaja tokom **masovnih okupljanja**, kao što su verska hodočašća, festivali, koncerti, sportska takmičenja i velike međunarodne konferencije. *GeoSentinel* analiza putnika koji su oboleli nakon velikih međunarodnih događaja pokazala je da je među **296 obolelih putnika** više od 82% prisustvovalo verskim okupljanjima, prvenstveno hadžu i umri,[330] dok su respiratorne bolesti činile **gotovo 80% postavljenih dijagnoza**. Ovi podaci ne predstavljaju učestalost obolevanja svih učesnika, već strukturu bolesti među putnicima koji su se nakon masovnog okupljanja javili *GeoSentinel* centrima. Masovno okupljanje zato ne predstavlja novi put prenosa, već okolnost koja može **pojačati postojeće puteve ekspozicije i istovremeno povezati različite zdravstvene hazarde**. U turizmu je značajna i legioneloza, koja se može steći udisanjem aerosola iz kontaminiranih vodenih sistema u hotelima, spa-centrima i drugim turističkim objektima. Kako je ova infekcija detaljno obrađena u prethodnom delu knjige, ovde se neće ponavljati. Zbog velikog broja mogućih uzročnika, u nastavku su izdvojene bolesti koje su za međunarodne putnike naročito važne zbog učestalosti, mogućnosti brzog prekograničnog širenja, težine kliničkog toka, specifične vakcinacije ili posebnih zahteva povezanih sa određenim putovanjima. Među njima su influenca, **SARS, COVID-19, MERS, morbili, meningokokna bolest i tuberkuloza**.

330 ***Hadž*** *- godišnje islamsko hodočašće u Meku, koje se obavlja u tačno određenom periodu prema islamskom kalendaru;* ***Umra*** *- hodočašće u Meku koje se može obaviti tokom cele godine.*

Influenca. Influencu izazivaju virusi influence A i B, a infekcija se prenosi respiratornim putem. Rasprostranjena je **širom sveta**, ali se sezona najveće aktivnosti razlikuje između geografskih područja: u umerenim područjima severne hemisfere uglavnom traje od jeseni do proleća, na južnoj hemisferi javlja se u drugom delu godine, dok u tropskim područjima virus može cirkulisati tokom cele godine. Zato međunarodni putnik može biti izložen influenci i van sezone karakteristične za zemlju iz koje dolazi. Period inkubacije najčešće traje **1-4 dana**, a bolest obično počinje naglim porastom temperature, kašljem, glavoboljom, bolovima u mišićima i malaksalošću. Teži tok i komplikacije češći su kod starijih osoba, male dece, trudnica i osoba sa određenim hroničnim bolestima. **Vakcina protiv sezonske influence primenjuje se svake godine**, a putnicima se preporučuje da vakcinalna zaštita odgovara sezoni i području u koje putuju, naročito ako pripadaju grupama sa povećanim rizikom. Vakcinu je poželjno primiti najmanje dve nedelje pre putovanja. Poseban, znatno ređi rizik predstavljaju infekcije ljudi virusima **avijarne influence**, odnosno virusima influence A koji prirodno cirkulišu među pticama. Infekcije ljudi uglavnom su povezane sa bliskim kontaktom sa zaraženom živinom, drugim životinjama ili njihovim okruženjem.

U područjima u kojima cirkulišu virusi avijarne influence putnicima se savetuje da izbegavaju kontakt sa bolesnim ili uginulim pticama i drugim životinjama, kao i pijace živih životinja. **Sezonska vakcina protiv gripa ne pruža specifičnu zaštitu od virusa avijarne influence**.

SARS. Teški akutni respiratorni sindrom (SARS) izaziva SARS-CoV iz porodice *Coronaviridae*. Bolest se pojavila krajem 2002. godine u Kini, a tokom 2003. međunarodnim putovanjima proširila se na više kontinenata. Tokom epidemije registrovano je **8.096 verovatnih slučajeva i 774 smrtna ishoda**. Od 2004. nisu prijavljeni novi slučajevi SARS-a, pa bolest danas nema neposredan značaj za većinu putnika, ali ostaje važan istorijski primer brzog međunarodnog širenja novog respiratornog uzročnika.

COVID-19. COVID-19 izaziva SARS-CoV-2 iz porodice *Coronaviridae*. Virus se prenosi prvenstveno putem infektivnih respiratornih čestica koje nastaju tokom disanja, govora, kašljanja i kijanja. Rizik prenosa raste tokom bliskog i produženog kontakta, naročito u zatvorenim prostorima sa velikim brojem ljudi i nedovoljnom ventilacijom. Zbog toga su avionski i autobuski saobraćaj, kruzeri, zajednički smeštaj, konferencije i masovna okupljanja bili posebno značajni u ranijim fazama pandemije, ali isti principi prenosa ostaju relevantni i danas. SARS-CoV-2 cirkuliše **širom sveta**, pa se COVID-19 više ne može posmatrati kao infekcija povezana sa određenom destinacijom. WHO je u maju 2023. ukinuo status vanredne situacije od međunarodnog značaja, ali SARS-CoV-2 i

dalje cirkuliše i nastavlja da mutira. COVID-19 zato ostaje relevantan za putnike, posebno u uslovima bliskog kontakta i boravka u zatvorenim, slabo provetrenim prostorima. Period inkubacije najčešće traje nekoliko dana. Klinička slika je promenljiva, od asimptomatske i blage respiratorne infekcije do težih oblika bolesti, naročito kod starijih, imunokompromitovanih i osoba sa određenim hroničnim bolestima. Među čestim simptomima su povišena temperatura, kašalj, bol u grlu, zapušen nos ili sekrecija iz nosa, glavobolja, umor i bolovi u mišićima. Kod dela obolelih tegobe mogu potrajati i nakon akutne infekcije u okviru **post-COVID stanja**. WHO procenjuje da se ono razvija kod približno 6% osoba koje su imale simptomatski COVID-19, pri čemu je rizik manji kod vakcinisanih. Poseban značaj COVID-19 za turizam rano je pokazala epidemija na kruzeru *Diamond Princess*, gde je početkom 2020. među 3.711 putnika i članova posade potvrđeno 712 infekcija. Ovaj događaj pokazao je koliko brzo respiratorni virus može da se širi u zatvorenom turističkom okruženju i koliko složene mogu biti mere izolacije, evakuacije i povratka međunarodnih putnika. **Vakcine protiv COVID-19 postoje**, a njihove formulacije i preporuke prilagođavaju se promenama virusa i epidemiološkoj situaciji. Vakcinacija je naročito značajna za osobe sa povećanim rizikom od teškog oblika bolesti. Dodatno smanjenje rizika tokom putovanja može se postići izbegavanjem bliskog kontakta sa obolelim osobama, dobrom ventilacijom zatvorenih prostora i, u situacijama povećanog rizika, korišćenjem dobro prilagođene zaštitne maske, naročito tipa FFP2/N95. **Zahtevi povezani sa COVID-19 mogu se menjati, pa aktuelne zdravstvene uslove destinacije treba proveriti neposredno pre putovanja**.

MERS. Bliskoistočni respiratorni sindrom (MERS) izaziva MERS-CoV, virus iz porodice *Coronaviridae*. Reč je o zoonotskom koronavirusu čiji su glavni životinjski rezervoar **jednogrbe kamile**. Čovek se može inficirati neposrednim kontaktom sa zaraženim životinjama, dok je prenos sa čoveka na čoveka moguć tokom bliskog kontakta i posebno je značajan u zdravstvenim ustanovama. Većina prijavljenih humanih slučajeva povezana je sa **Arabijskim poluostrvom, naročito Saudijskom Arabijom**. Prema podacima WHO, od 2012. do maja 2026. godine globalno je prijavljeno 2.637 laboratorijski potvrđenih slučajeva i 965 smrtnih ishoda, pri čemu je najveći broj slučajeva poticao iz Saudijske Arabije. Iako je učestalost danas mala, virus i dalje cirkuliše u kamilama i povremeno prelazi na ljude, pa za putnike ostaje relevantan u kontekstu kontakta sa jednogrbim kamilama i zdravstvenim ustanovama. Period inkubacije iznosi **2-14 dana**, najčešće oko pet dana. Tipični simptomi uključuju povišenu temperaturu, kašalj i otežano disanje, a kod težih slučajeva često se razvija pneumonija. Među laboratorijski potvrđenim slučajevima MERS-a prijavljenim WHO, **približno 37% završilo se smrtnim ishodom**. Ovaj procenat može izgledati viši nego što zaista jeste, jer se lakši

slučajevi bolesti ređe otkrivaju i prijavljuju, pa među evidentiranim slučajevima ostaje veći udeo teško obolelih. Velika epidemija u Republici Koreji 2015. godine započela je nakon povratka putnika sa Arabijskog poluostrva, a zatim se proširila kroz više zdravstvenih ustanova. Taj događaj pokazuje kako jedna uvezena infekcija može dovesti do značajne lokalne transmisije. **Registrovana vakcina protiv MERS-a ne postoji**. Putnicima se savetuje izbegavanje nepotrebnog bliskog kontakta sa kamilama i njihovim izlučevinama, kao i konzumiranja sirovog kamiljeg mleka i nedovoljno termički obrađenih proizvoda od kamila.

Morbili (male boginje). Morbile izaziva virus morbila iz roda *Morbillivirus*, porodice *Paramyxoviridae*. Virus se prenosi respiratornim putem i aerosolom i spada među **najzaraznije humane viruse**. Obolela osoba može prenositi virus približno četiri dana pre i četiri dana nakon pojave karakterističnog osipa. Morbili se javljaju **širom sveta**, a međunarodna putovanja omogućavaju unošenje virusa i u sredine u kojima je prethodno eliminisana lokalna transmisija ako postoji dovoljan broj osetljivih osoba. Prvi simptomi najčešće se pojavljuju približno **11-12 dana nakon infekcije**, dok se osip obično razvija oko 14 dana nakon izlaganja. Bolest počinje porastom telesne temperature, kašljem, sekrecijom iz nosa i konjunktivitisom, nakon čega se pojavljuje osip. Među ozbiljnijim komplikacijama su pneumonija i encefalitis. **Morbili se mogu sprečiti MMR vakcinom**. Dve odgovarajuće doze obezbeđuju približno **97% zaštite**, pa provera rutinskog vakcinalnog statusa predstavlja važan deo pripreme za međunarodno putovanje. Ovo je dobar primer da rutinska vakcinacija može za putnika biti podjednako važna kao vakcine koje se tradicionalno smatraju „putničkim".

Meningokokna bolest. Meningokoknu bolest izaziva bakterija *Neisseria meningitidis*. Prenosi se respiratornim sekretima, a za transmisiju je obično potreban **blizak ili produžen kontakt**, zbog čega poseban značaj imaju zajednički smeštaj, velika gustina ljudi i masovna okupljanja. Bolest se javlja širom sveta, ali je najveća učestalost zabeležena u takozvanom **afričkom pojasu meningitisa**, koji se prostire kroz podsaharsku Afriku. Epidemije se tamo naročito javljaju tokom sušne sezone. Period inkubacije iznosi **1-10 dana**, najčešće približno 3 do 4 dana. Teški oblici meningokokne infekcije najčešće se ispoljavaju kao meningitis, sa naglim porastom telesne temperature, jakom glavoboljom i ukočenošću vrata, ili kao meningokokna sepsa, odnosno teška infekcija koja zahvata ceo organizam. Bolest se može veoma brzo pogoršati i čak uz odgovarajuće lečenje, smrtnost iznosi približno **10-15%**. Za međunarodna putovanja posebno je značajno hodočašće u Meku. Ranije epidemije tokom hadža dovele su do međunarodnog širenja meningokoka među povratnicima i njihovim kontaktima. **Vakcine protiv meningokokne bolesti postoje**. Za međunarodna putovanja posebno su značajni hadž i umra. Prema zdravstvenim zahtevima

Saudijske Arabije za 2026. godinu, svi putnici koji nameravaju da obave hadž moraju imati odgovarajuću vakcinaciju protiv meningokokne bolesti, **primljenu najmanje 10 dana pre dolaska**. Sertifikat važi od tri do pet godina u zavisnosti od svojstva vakcine. Ovaj zahtev je vezan za hodočašće i ne predstavlja opšti uslov za svakog turistu koji ulazi u Saudijsku Arabiju. Kod ostalih putnika potreba za vakcinacijom procenjuje se u zavisnosti od sezone, trajanja i vrste boravka.

Tuberkuloza. Tuberkulozu najčešće izaziva *Mycobacterium tuberculosis*. Infekcija se prenosi vazduhom od osobe sa zaraznim oblikom plućne tuberkuloze, naročito tokom dužeg ili ponovljenog boravka u istom zatvorenom prostoru. Tuberkuloza je rasprostranjena **širom sveta**, ali postoje velike razlike u učestalosti između zemalja i regiona. Za međunarodne putnike rizik je veći tokom produženog boravka u sredinama sa visokom transmisijom, posebno u zdravstvenim ustanovama, zatvorima, prihvatnim centrima i drugim objektima kolektivnog smeštaja. Kod tuberkuloze nije moguće navesti kratak i jasno određen period inkubacije kao kod akutnih respiratornih infekcija. Nakon infekcije bakterija može ostati u organizmu bez simptoma, u neaktivnom obliku, a aktivna bolest može se razviti mesecima ili godinama kasnije. Plućna tuberkuloza može se ispoljiti dugotrajnim kašljem, povišenom temperaturom, noćnim znojenjem, gubitkom apetita i telesne mase. Za većinu putnika na kraćim putovanjima rizik je nizak, dok su znatno izloženiji zdravstveni i humanitarni radnici i osobe koje mesecima borave ili rade u sredinama sa visokom učestalošću tuberkuloze. Verovatnoća izlaganja tokom avionskog leta smatra se veoma niskom. BCG vakcina postoji, ali **nije standardna vakcina za odrasle međunarodne turiste**. Kod putnika sa planiranom dugotrajnom ili profesionalnom ekspozicijom značajnije može biti testiranje na tuberkuloznu infekciju pre i nakon putovanja.

Infekcije koje se prenose seksualnim kontaktom, krvlju i telesnim tečnostima tokom putovanja

Međunarodno putovanje može promeniti uobičajene obrasce ponašanja i omogućiti kontakte do kojih u svakodnevnom okruženju ne bi došlo. Nova poznanstva, osećaj anonimnosti, boravak bez partnera, konzumiranje alkohola ili drugih psihoaktivnih supstanci i lakše uspostavljanje kontakata putem društvenih i geolokacijskih aplikacija[331] mogu uticati na donošenje odluka tokom putovanja. Zato se rizik od seksualno prenosivih infekcija procenjuje pre svega prema **ponašanju putnika i konkretnoj ekspoziciji**, a ne prema samoj destinaciji. Noviji podaci potvrđuju značaj ovog problema tokom putovanja. Sistematski pregled i meta-analiza iz 2024. godine obuhvatili su **32 studije sa ukupno 387.731 putnikom** i pokazali da se učestalost seksualno prenosivih

331 *Aplikacije koje koriste podatke o trenutnoj lokaciji korisnika kako bi prikazale osobe, usluge ili sadržaje u njegovoj neposrednoj blizini.*

infekcija razlikuje između grupa putnika i vrsta ekspozicije. Među faktorima povezanim sa većim rizikom bili su izostanak savetovanja pre putovanja, određeni obrasci ponašanja tokom putovanja i izostanak vakcinacije protiv hepatitisa B. Tokom putovanja može doći i do neplaniranog kontakta sa krvlju. Povreda, saobraćajna nezgoda ili akutna bolest mogu zahtevati injekciju, operativni ili stomatološki zahvat ili transfuziju krvi, dok tetoviranje, pirsing, akupunktura, ritualna skarifikacija,[332] manikir, pedikir i druge procedure mogu predstavljati dodatni rizik ukoliko instrumenti nisu pravilno sterilizovani ili se ponovo koriste. Poseban kontekst predstavlja **medicinski turizam**, odnosno putovanje u drugu zemlju radi medicinskog lečenja, uključujući i stomatološke intervencije. Sama zdravstvena usluga u inostranstvu ne treba automatski da se smatra nebezbednom, ali rizik može nastati kada standardi sterilizacije, kontrole infekcija, bezbednosti krvi ili postproceduralnog praćenja nisu odgovarajući. CDC navodi da nedovoljna kontrola infekcija tokom medicinskog turizma može dovesti do prenosa HIV-a, hepatitisa B i hepatitisa C, ali i do infekcija operativnog mesta i sticanja antimikrobno rezistentnih mikroorganizama. Zbog toga pri izboru zdravstvene ustanove treba obratiti pažnju na standarde kontrole infekcija i bezbednosti krvi, kao i na mogućnost odgovarajućeg praćenja nakon procedure.

U nastavku se razlikuju tri osnovna obrasca izlaganja. **Seksualnim kontaktom** mogu se preneti gonoreja, hlamidijaza, sifilis, genitalni herpes, HPV infekcija, HIV i hepatitis B. **Kontakt sa krvlju**, uključujući nesterilne instrumente, tetoviranje, pirsing, akupunkturu, medicinske i stomatološke zahvate, transfuziju i medicinski turizam, posebno je značajan za HIV, hepatitis B i hepatitis C. Posebnu grupu predstavljaju Ebola i Marburg virusna bolest, kod kojih se prenos među ljudima odvija neposrednim kontaktom sa krvlju i **drugim telesnim tečnostima** obolelih ili umrlih osoba.

Gonoreja. Gonoreju izaziva bakterija *Neisseria gonorrhoeae* iz porodice *Neisseriaceae*. Prenosi se vaginalnim, analnim i oralnim seksualnim kontaktom i rasprostranjena je širom sveta. Simptomi se, kada se pojave, najčešće razvijaju **1-14 dana nakon seksualnog kontakta**. Kod muškaraca su tipični iscedak iz penisa i bol ili pečenje pri mokrenju, a mogu se javiti i bol i otok testisa. Kod žena infekcija često protiče bez simptoma; kada se ispolji, mogu se javiti vaginalni iscedak, tegobe pri mokrenju i krvarenje između menstruacija ili tokom seksualnog odnosa. Infekcije ždrela često su asimptomatske. Nelečena infekcija može dovesti do zapaljenske bolesti male karlice, vanmaterične trudnoće i infertiliteta kod žena, a komplikacije se mogu javiti i kod muškaraca. Za međunarodne putnike gonoreja ima dodatni značaj zbog **antimikrobne rezistencije**.

332 *Ritualna skarifikacija - namerno pravljenje rezova ili ožiljaka na koži iz tradicionalnih, kulturnih ili verskih razloga.*

WHO je tokom 2025. upozorio na porast rezistencije na antibiotike koji se koriste u lečenju gonoreje, uključujući pojavu i međunarodno širenje sojeva sa smanjenom osetljivošću ili rezistencijom na ceftriakson. Specifična **vakcina protiv gonoreje trenutno ne postoji**. Prevencija se zasniva na pravilnoj i doslednoj primeni kondoma, pravovremenom testiranju i lečenju inficirane osobe i njenih partnera.

Hlamidijaza. Hlamidijazu izaziva *Chlamydia trachomatis* iz porodice *Chlamydiaceae*. Prenosi se vaginalnim, analnim i oralnim seksualnim kontaktom i jedna je od najčešćih izlečivih seksualno prenosivih infekcija. Infekcija veoma često **protiče bez simptoma**. Kada se simptomi pojave, mogu izostati sve do približno tri nedelje nakon seksualnog kontakta. Kod muškaraca se mogu javiti pečenje pri mokrenju, iscedak iz penisa i bol u testisima, dok su kod žena mogući promenjen vaginalni iscedak, pečenje pri mokrenju, bol u donjem delu stomaka i krvarenje između menstruacija ili nakon seksualnog odnosa. Nakon nezaštićenog kontakta sa novim partnerom testiranje može biti opravdano i u odsustvu simptoma. **Vakcina protiv hlamidijaze ne postoji**, a infekcija se uspešno leči antibioticima.

Sifilis. Sifilis izaziva spiroheta[333] *Treponema pallidum* subsp. *pallidum*, iz porodice *Treponemataceae*. Prenosi se prvenstveno neposrednim kontaktom sa infektivnim lezijama tokom seksualnog kontakta. Infekcija postoji širom sveta. Period inkubacije iznosi približno **10-90 dana**, najčešće oko tri nedelje. Primarni sifilis tipično se ispoljava bezbolnom ranicom, koja može ostati neprimećena. Nakon njenog povlačenja može uslediti sekundarni stadijum sa osipom i sistemskim manifestacijama, dok nelečena infekcija može ostati latentna i kasnije zahvatiti različite organske sisteme. Za međunarodnog putnika posebno je važno da nestanak početne lezije **ne znači izlečenje**. Nakon rizične seksualne ekspozicije testiranje može biti potrebno i kada nema simptoma. Sifilis je izlečiv antibioticima, ali **vakcina ne postoji**.

Genitalni herpes. Genitalni herpes izazivaju *herpes simplex* virusi HSV-1 i HSV-2 iz porodice *Herpesviridae*. HSV-2 se prvenstveno prenosi seksualnim kontaktom, dok HSV-1 može izazvati genitalnu infekciju i nakon oralno-genitalnog kontakta (kontakta usta sa genitalnom regijom). Virus se može preneti i kada zaražena osoba **nema vidljive promene na koži ili sluzokoži**. Većina infekcija je bez simptoma ili ostaje neprepoznata. Kada se bolest ispolji, karakteristični su bolni mehurići ili ulceracije u genitalnom ili analnom području. Nakon primarne infekcije virus ostaje u organizmu i može se povremeno reaktivirati. Antivirusna terapija može skratiti i ublažiti simptome, ali **ne uklanja virus iz organizma**. **Vakcina** protiv genitalnog herpesa trenutno **ne postoji**. Kondomi smanjuju rizik prenosa, ali ga ne uklanjaju u potpunosti jer zaražene površine kože mogu ostati nepokrivene.

333 *Spiroheta - spiralno oblikovana bakterija.*

Infekcija humanim papiloma virusom. Humani papiloma virusi (HPV) pripadaju porodici *Papillomaviridae* i obuhvataju veliki broj različitih tipova. HPV infekcija je veoma česta i većina seksualno aktivnih osoba tokom života dođe u kontakt sa najmanje jednim tipom virusa. Prenos se odvija seksualnim i neposrednim kontaktom kože i sluzokože, zbog čega kondom smanjuje, ali ne uklanja potpuno mogućnost prenosa. Većina infekcija protiče **bez simptoma i spontano se povlači**. Pojedini tipovi HPV-a mogu izazvati genitalne bradavice, dok perzistentna infekcija visokorizičnim tipovima može dovesti do prekanceroznih promena i različitih anogenitalnih i orofaringealnih maligniteta, odnosno malignih tumora genitalne i analne regije, kao i usne duplje i ždrela. Kod HPV infekcije nije moguće navesti kratak, jasno određen period inkubacije, jer se kliničke manifestacije mogu javiti mesecima ili godinama nakon infekcije. **Vakcine protiv HPV-a postoje** i predstavljaju najvažniju specifičnu meru prevencije. Najveća korist postiže se vakcinacijom pre izlaganja virusu. Vakcina je deo rutinske imunizacije, a ne posebna „putnička vakcina", ali je provera vakcinalnog statusa značajna u pripremi putnika kod kojih postoji mogućnost novih seksualnih kontakata.

HIV infekcija. HIV infekciju izazivaju HIV-1 i HIV-2, virusi iz porodice *Retroviridae*, roda *Lentivirus*. Virus se prenosi određenim telesnim tečnostima, prvenstveno krvlju, semenom i vaginalnim sekretom, a za putnika su najznačajniji seksualni kontakt bez odgovarajuće zaštite i kontakt sa kontaminiranom krvlju ili iglama. HIV je rasprostranjen **širom sveta**, mada se opterećenje veoma razlikuje između regiona. Prema podacima WHO, krajem 2025. godine sa HIV-om je živelo oko **41 milion ljudi**, od kojih je približno 64% živelo u Afričkom regionu WHO. Ipak, za individualnog putnika prevalencija HIV-a u zemlji destinacije nije dovoljna za procenu rizika - presudna je konkretna ekspozicija. Akutna HIV infekcija može se javiti približno **2 do 4 nedelje nakon infekcije**. Deo osoba nema simptome, dok se kod drugih pojavljuju povišena temperatura, umor, bol u grlu, osip, glavobolja i drugi simptomi nalik virusnoj infekciji. Bez terapije HIV postepeno oštećuje imunološki sistem, dok savremena antivirusna terapija omogućava dug i kvalitetan život. Prevencija kod putnika ne zasniva se samo na kondomima. Osobama sa značajnim rizikom može se preporučiti **preekspoziciona profilaksa**, odnosno preventivno uzimanje antiretrovirusnih lekova pre moguće ekspozicije. Nakon pojedinačnog rizičnog događaja dostupna je postekspoziciona profilaksa, koja mora započeti što pre, a najkasnije **72 sata nakon izlaganja**, i primenjuje se tokom 28 dana. Zbog toga putnik nakon značajne ekspozicije ne treba da čeka povratak kući, već da što pre potraži medicinsku pomoć. **Vakcina protiv HIV-a trenutno ne postoji**.

Hepatitis B. Hepatitis B izaziva virus hepatitisa B - HBV, iz porodice *Hepadnaviridae*. Prenosi se krvlju i drugim telesnim tečnostima, uključujući seksualni kontakt, kontaminirane igle i oštre instrumente. Infekcija je prisutna širom sveta, ali je najveće opterećenje u **Zapadnopacifičkom i Afričkom regionu**. Od izlaganja do pojave simptoma najčešće prođe približno **60-150 dana**. Akutna infekcija kod odraslih može proteći bez simptoma ili se ispoljiti malaksalošću, gubitkom apetita, mučninom, bolom u stomaku, tamnom mokraćom i žuticom. Kod dela inficiranih razvija se hronična infekcija, koja može dovesti do ciroze i karcinoma jetre. Za putnika je značajno što ekspozicija ne mora biti planirana. Pored seksualnog kontakta, HBV se može preneti tokom tetoviranja, pirsinga ili procedura nesterilnim instrumentima, ali i nakon saobraćajne ili sportske povrede koja zahteva medicinsku intervenciju. **Hepatitis B se može sprečiti vakcinacijom**. CDC preporučuje vakcinaciju nevakcinisanih putnika u područja sa većom prevalencijom HBV, a u zavisnosti od individualnog rizika može se razmatrati i kod drugih međunarodnih putnika.

Hepatitis C. Hepatitis C izaziva virus hepatitisa C -HCV, iz porodice *Flaviviridae*. Za razliku od hepatitisa B, prenosi se **prvenstveno putem krvi**. Najvažniji rizici su kontaminirane igle i instrumenti, nebezbedne medicinske procedure i primena krvi ili krvnih proizvoda koji nisu adekvatno testirani. Seksualni prenos je moguć, ali je relativno redak i češće se povezuje sa kontaktima pri kojima može doći do oštećenja sluzokože i kontakta sa krvlju. Većina akutnih infekcija protiče bez karakterističnih simptoma, a hronična infekcija može godinama ostati neprepoznata i dovesti do ciroze ili karcinoma jetre. Kada se simptomi pojave, najčešće nastaju **2 do 12 nedelja nakon izlaganja**, mada period može biti duži. Mogu se javiti umor, mučnina, bol u stomaku, tamna mokraća i žutica. **Vakcina protiv hepatitisa C ne postoji**. Prevencija kod putnika zato se zasniva na sprečavanju kontakta sa potencijalno kontaminiranom krvlju i korišćenju sterilne opreme. Savremeni antivirusni lekovi mogu izlečiti više od 95% obolelih, ali lečenje ne zamenjuje prevenciju ekspozicije.

Ebola. Ebola virusnu bolest izazivaju virusi iz porodice *Filoviridae*. Reč je o zoonotskim virusima; početna infekcija čoveka povezana je sa kontaktom sa inficiranim divljim životinjama, dok se među ljudima virus prenosi **direktnim kontaktom oštećene kože ili sluzokože sa krvlju i drugim telesnim tečnostima obolele ili umrle osobe**, kao i kontaminiranim predmetima. Osoba tokom inkubacije nije zarazna. Epidemije su se gotovo isključivo javljale **u podsaharskoj Africi**. Za standardnog turistu bez kontakta sa obolelim osobama rizik je veoma nizak, ali bolest ima veliki javnozdravstveni značaj zbog teškog toka, mogućnosti širenja u zdravstvenim ustanovama i međunarodnog prenosa pojedinačnih slučajeva. Period inkubacije traje **2-21 dan.** Bolest najčešće počinje naglim

porastom temperature, izraženim umorom, glavoboljom i bolovima u mišićima, a zatim se mogu javiti povraćanje, dijareja, bol u stomaku i, kod dela obolelih, unutrašnja ili spoljašnja krvarenja. **Vakcina postoji** za bolest izazvanu Ebola virusom, ali se prvenstveno koristi u odgovoru na epidemije i kod određenih profesionalno izloženih grupa i ne primenjuje se rutinski za međunarodne turiste.

Marburg virusna bolest. Marburg virusnu bolest izazivaju Marburg i Ravn virus iz porodice *Filoviridae*. Prirodnim domaćinom smatraju se voćni slepi miševi *Rousettus aegyptiacus*. Početne infekcije ljudi povezivane su sa boravkom u rudnicima i pećinama nastanjenim ovim slepim miševima, a među ljudima se virus prenosi neposrednim kontaktom sa krvlju i drugim telesnim tečnostima obolelih ili kontaminiranim predmetima. Bolest je do sada registrovana **prvenstveno u Africi**. Istorijski je zanimljivo da je prvi put prepoznata **1967. godine u Marburgu i Frankfurtu, ali i u Beogradu**, nakon laboratorijskog rada sa afričkim zelenim majmunima uvezenim iz Ugande. Za putnu medicinu još su značajniji potvrđeni slučajevi kod putnika koji su posećivali pećine u Ugandi. Inkubacija traje **2-21 dan**, a bolest može početi naglim porastom temperature, glavoboljom i izraženom malaksalošću, uz moguć razvoj gastrointestinalnih simptoma, krvarenja i teških sistemskih komplikacija. Za većinu turista rizik je veoma nizak i vezan je za specifične ekspozicije, posebno ulazak u pećine sa kolonijama slepih miševa koji se hrane voćem ili neposredan kontakt sa obolelom osobom. **Trenutno nema odobrene vakcine protiv Marburg virusne bolesti**. Virusne hemoragijske groznice, odnosno teške virusne infekcije koje mogu biti praćene poremećajima zgrušavanja krvi i krvarenjem, poput ebole i marburške bolesti, retke su kod putnika, ali zahtevaju posebnu pažnju zbog ozbiljnosti bolesti i mogućnosti sekundarnog prenosa. Kod osobe kod koje se javi povišena temperatura u roku od 21 dan nakon relevantne ekspozicije potrebno je odmah obavestiti zdravstvenu službu o putovanju i mogućem kontaktu.

OTROVNE ŽIVOTINJE I ENVENOMACIJE TOKOM PUTOVANJA

Putovanje može povećati verovatnoću kontakta sa životinjama koje turista ne sreće u svom svakodnevnom okruženju. Rizik je posebno izražen tokom boravka u prirodi, pešačenja, kampovanja, safarija, ruralnog i avanturističkog turizma, ali i tokom kupanja, ronjenja, plivanja sa maskom i disaljkom (*snorkeling*) i rekreativnog ribolova. Za razliku od zoonoza, kod kojih životinja predstavlja izvor infektivnog agensa, kod envenomacija posledice po zdravlje nastaju delovanjem otrova koji životinja aktivno unosi u organizam pomoću otrovnog aparata, na primer ujedom, žaokom ili otrovnim bodljama. Težinu posledica ne određuje samo vrsta životinje. Na ishod utiču količina unetog otrova, mesto povrede, telesna masa i zdravstveno stanje osobe, ali i vreme potrebno da se stigne do odgovarajuće zdravstvene ustanove. Zbog toga u turizmu udaljenost od medicinske pomoći može biti jednako značajan faktor rizika kao i samo prisustvo otrovnih vrsta.

Otrovne kopnene životinje i envenomacije

Zmije. Ujedi otrovnih zmija predstavljaju značajan zdravstveni problem u tropskim i suptropskim područjima, naročito u delovima **Afrike, Azije i Latinske Amerike**. Procenjuje se da se širom sveta godišnje dogodi oko **5,4 miliona ujeda**, od kojih približno **1,8-2,7 miliona** dovodi do klinički značajne envenomacije, uz oko **100.000 smrtnih ishoda**. Broj amputacija i drugih trajnih posledica po zdravlje procenjuje se da je približno tri puta veći. Ipak, najveći broj slučajeva i teških posledica beleži se među ruralnim stanovništvom i poljoprivrednicima, pa se ovi globalni podaci ne mogu neposredno preneti na prosečnog turistu. Za putnika su mnogo važniji način boravka, planirane aktivnosti i dostupnost medicinske pomoći. Rizik raste tokom *trekking*-a, kampovanja, noćnog kretanja, pešačenja kroz visoku travu ili šumu i boravka u udaljenim ruralnim područjima. Ujed se najčešće događa kada se zmija slučajno nagazi ili uznemiri, ali i kada joj se čovek približi ili pokuša da je uhvati. Pomeranje kamenja i drva rukama, kao i obuvanje obuće koja je ostavljena napolju bez prethodne provere, dodatno povećavaju mogućnost kontakta. Pri tome je važno razlikovati **ujed od envenomacije**. Ujed označava povredu nastalu zubima zmije, dok envenomacija podrazumeva da je u organizam uneta dovoljna količina otrova da izazove lokalne ili sistemske posledice. Kod pojedinih ujeda otrov može izostati ili biti unet u maloj količini, ali se na mestu događaja to ne može pouzdano proceniti. Zbog toga svaki ujed potencijalno otrovne ili nepoznate zmije zahteva medicinsku procenu. **Klinička slika zavisi od vrste zmije i sastava otrova** i može obuhvatiti lokalno oštećenje tkiva, poremećaje koagulacije, neurološke poremećaje i oštećenje različitih organa.

U težim slučajevima mogu se razviti šok i respiratorna insuficijencija. Posebno je važno da kod nekih neurotoksičnih otrova lokalna reakcija u početku može biti vrlo blaga, iako se kasnije razvijaju ozbiljni sistemski simptomi. Posle ujeda najvažnije je **smanjiti kretanje, povređeni ekstremitet držati mirno i po mogućnosti imobilisati tokom transporta i što pre organizovati transport do zdravstvene ustanove**. Predmete koji mogu postati problem zbog razvoja otoka, kao što su prstenje, sat ili tesna obuća, treba ukloniti. Nasuprot tome, ranu ne treba zasecati niti pokušavati isisavanje otrova, a led i biljni preparati mogu naneti dodatnu štetu. Ni kompresiona imobilizacija nije mera koja se primenjuje kod svakog ujeda, pa je ne treba rutinski koristiti bez odgovarajućeg znanja i lokalnih preporuka. Zmiju takođe ne treba hvatati ili ubijati radi identifikacije; fotografija sa bezbedne udaljenosti može biti korisna samo ako ne stvara novi rizik. Kod klinički značajne envenomacije **antivenom** predstavlja ključni specifični tretman, ali nije univerzalan, već mora odgovarati vrsti zmije odnosno otrovu karakterističnom za određeno područje. To je posebno važno tokom safarija, ekspedicija i drugih aktivnosti u udaljenim oblastima, gde pre polaska treba znati koliko je udaljena ustanova sposobna za zbrinjavanje ozbiljnog ujeda, da li je u regionu dostupan odgovarajući antivenom i kako bi se, ukoliko bude potrebno, organizovao transport ili medicinska evakuacija. **Prevencija se zato pre svega zasniva na smanjenju rizičnog ponašanja koje povećava izloženost zmijama i na dobroj pripremi aktivnosti u područjima gde takav rizik postoji**. Kod organizovanih tura to podrazumeva i jasna pravila ponašanja i unapred planiran hitan transport.

Škorpije, pauci i drugi otrovni kopneni organizmi. Tokom putovanja u tropske, suptropske i suve oblasti, naročito pustinjske i polupustinjske predele, turisti mogu doći u kontakt sa škorpijama, otrovnim paucima i drugim kopnenim artropodama. Izlaganje je češće pri kampovanju, pešačenju, boravku u ruralnim ili pustinjskim područjima, radu na otvorenom i smeštaju koji je neposredno povezan sa prirodnim okruženjem. Većina ovih kontakata završava se lokalnim bolom, crvenilom ili otokom, dok su teške sistemske reakcije znatno ređe. Njihova težina zavisi od vrste životinje, količine otrova, mesta povrede, kao i uzrasta i zdravstvenog stanja izložene osobe, pri čemu su mala deca posebno osetljiva zbog veće doze otrova u odnosu na telesnu masu.

Škorpije. Škorpije su rasprostranjene gotovo širom sveta, ali se medicinski najznačajnije vrste sreću pre svega u toplim i suvim oblastima **Afrike, Bliskog istoka, Azije i Latinske Amerike**. Iako većina uboda ne dovodi do teške envenomacije, procenjuje se da se godišnje dogodi više od **1,2 miliona uboda** i više od **3.000 smrtnih ishoda**. Od približno **2.600 opisanih vrsta**, svega nekoliko desetina može izazvati životno ugrožavajuću envenomaciju kod čoveka.

Za putnike je susret sa škorpijom najverovatniji tokom boravka u ruralnim, pustinjskim i drugim suvim područjima, naročito pri kampovanju i boravku u smeštaju u kojem je kontakt sa insektima ili drugim životinjama verovatniji. Škorpije se tokom dana često skrivaju ispod kamenja i drveta ili u pukotinama zidova, ali mogu završiti i u obući, odeći, posteljini ili prtljagu. Zbog toga do uboda neretko dolazi sasvim slučajno - pri obuvanju, oblačenju ili pomeranju predmeta iza kojih se životinja sklonila. Ubod najčešće izaziva nagao lokalni bol, pečenje, utrnulost, crvenilo ili otok. Kod težih envenomacija mogu se javiti autonomni, neuromišićni, kardiovaskularni i respiratorni poremećaji. Teži oblici posebno se mogu razviti kod dece, zbog čega pojava sistemskih simptoma zahteva hitnu medicinsku procenu. Početno postupanje obuhvata ispiranje mesta uboda sapunom i vodom, ograničavanje aktivnosti povređenog dela tela i ublažavanje bola. Kod teške envenomacije može biti potrebna hospitalizacija, a za pojedine vrste i geografska područja dostupni su **specifični antivenomi**.

Pauci. Kontakt sa paucima tokom putovanja najčešće je slučajan i povezan sa boravkom u prirodi, tokom kampovanja gde se životinja može skloniti u odeću, obuću, posteljinu, vreću za spavanje ili među stvari koje se tokom kampovanja drže na otvorenom. Ujedi su relativno retki, a velika većina vrsta ne predstavlja ozbiljnu opasnost za čoveka. Ipak, pojedine vrste mogu izazvati karakteristične lokalne ili sistemske reakcije, pa je pri proceni značajno i gde je do kontakta došlo i koja vrsta je prisutna u tom području. **Crne udovice** iz roda *Latrodectus* široko su rasprostranjene, a u Evropi je posebno značajna **mediteranska crna udovica** (***L. tredecimguttatus***), prisutna u južnoj Evropi i na Balkanu. Njihov neurotoksični otrov može izazvati snažne mišićne bolove i grčeve, abdominalni bol, znojenje, nemir, mučninu i povraćanje. Sasvim drugačiju sliku daju **pauci samotnjaci** iz roda *Loxosceles*, najbrojniji na američkom kontinentu, mada se *L. rufescens* javlja i u mediteranskom području. Kod njih je izraženije lokalno oštećenje tkiva, sa pojavom plikova, tamnih promena na koži i ulceracija, dok se ozbiljne sistemske reakcije, uključujući hemolizu (razgradnja eritrocita), razvijaju ređe. U Centralnoj i Južnoj Americi značaj imaju i **brazilski lutajući pauci** roda *Phoneutria*, čiji ujedi mogu izazvati intenzivan lokalni bol i sistemske neurotoksične simptome. Poseban regionalni primer predstavljaju **australijski levkasti pauci**, naročito **sidnejski levkasti pauk** (***Atrax robustus***), karakterističan za istočnu Australiju. Envenomacija može brzo napredovati i biti životno ugrožavajuća, ali je uvođenje specifičnog antivenoma početkom osamdesetih godina značajno promenilo ishod - pre njegove primene zabeleženo je **13 smrtnih slučajeva**, dok nakon toga nisu registrovani novi smrtni ishodi.

Kontakti sa pčelama, osama, stršljenima i mravima znatno su češći od susreta sa paucima ili škorpijama koji mogu izazvati teže posledice. U najvećem broju slučajeva ubod dovodi samo do prolaznog lokalnog bola, crvenila i otoka, ali kod osoba preosetljivih na otrov može se razviti anafilaksija, odnosno teška alergijska reakcija koja može ugroziti život. Rizik nije ograničen samo na alergične osobe, jer veliki broj istovremenih uboda može izazvati ozbiljne posledice i kod ljudi koji ranije nisu imali alergijske reakcije. Zbog toga bi putnici sa poznatom teškom alergijom na ubode trebalo da pre puta budu pripremljeni u skladu sa individualnim medicinskim planom. Među otrovne kopnene organizme značajne za putnike spadaju i stonoge roda ***Scolopendra***, koje su najčešće u tropskim i suptropskim područjima, ali se sreću i u Mediteranu i delovima južne Evrope. Njihov ujed može biti veoma bolan, mada kod većine zdravih odraslih osoba tegobe ostaju ograničene na mesto ujeda. Pojedine **otrovne gusenice** takođe mogu predstavljati rizik u tropskim područjima; posebno su poznate južnoameričke vrste roda *Lonomia*, kod kojih kontakt sa otrovnim dlačicama, pored lokalne reakcije, može izazvati ozbiljne poremećaje koagulacije i krvarenja.

Otrovne morske životinje i envenomacije

Kupanje, plivanje sa maskom i disaljkom, ronjenje, hodanje kroz plitku vodu, rekreativni ribolov i druge aktivnosti na moru mogu dovesti turiste u kontakt sa životinjama koje poseduju otrovne bodlje, žarne ćelije i druge delove tela kojima životinja unosi otrov. Za razliku od morskih biotoksina koji se u organizam unose konzumiranjem ribe ili školjki, kod envenomacije otrov dospeva u organizam neposrednim kontaktom, ubodom ili ujedom. Većina povreda ostaje lokalizovana, ali pojedine vrste mogu izazvati ozbiljne neurološke ili kardiovaskularne posledice.

Meduze i drugi žarnjaci. Meduze, korali, morske sase i drugi žarnjaci (*Cnidaria*) poseduju specijalizovane žarne ćelije, **knidocite**,[334] u kojima se nalaze nematociste, mikrokapsule sa otrovom. Pri dodiru se iz nematociste naglo izbacuje otrovna nit, koja može prodreti u kožu i uneti otrov. Procene iz novijih pregleda literature govore o približno **150 miliona kontakata sa meduzama godišnje širom sveta**. Posledice najčešće ostaju ograničene na kožu i ispoljavaju se osećajem peckanja ili intenzivnim bolom, crvenilom na koži koje odgovara mestu kontakta sa pipcima, urtikarijom ili pojavom plikova. Međutim, kod pojedinih vrsta mogu se razviti ozbiljne sistemske reakcije, uključujući neuromišićne i kardiovaskularne poremećaje i anafilaksiju. Najpoznatiji primer teške envenomacije predstavljaju pojedine **kubomeduze**[335] tropskog Indo-Pacifika. Australijska **morska osa,**

334 *Knidocite - specijalizovane žarne ćelije žarnjaka koje sadrže nematociste, strukture zadužene za brzo izbacivanje niti i unošenje otrova.*

335 *Kubomeduze - grupa meduza iz klase Cubozoa, prepoznatljiva po približno četvrtastom zvonu; među njima se nalaze neke od najotrovnijih vrsta meduza.*

Chironex fleckeri, javlja se uz severnu obalu Australije, kao i u delovima Malezije i Nove Gvineje, a u severnoj Australiji najčešće se sreće u plitkim priobalnim vodama od približno oktobra do juna. Njen otrov može izazvati veoma jak bol, poremećaje srčanog ritma i srčani zastoj, a tokom prethodnog veka zabeleženo je **77 smrtnih ishoda** povezanih sa ovom vrstom. Drugačiju kliničku sliku može izazvati **Irukandji sindrom**, povezan sa malim kubomeduzama kao što je *Carukia barnesi* sa severa Australije. Početni bol može biti blag, ali se naknadno mogu razviti snažni bolovi i mišićni spazmi, znojenje, ubrzan rad srca i izrazite promene krvnog pritiska, zbog čega je često potrebno bolničko lečenje. Kod kontakta sa meduzama prva pomoć nije ista za sve vrste i zato su **lokalne preporuke važnije od univerzalnih saveta**. Nakon kontakta sa meduzom treba izaći iz vode i izbegavati trljanje kože. Zaostali pipci mogu se pažljivo ukloniti bez direktnog dodirivanja, dok se slatka voda ne preporučuje za rutinsko ispiranje jer kod pojedinih vrsta može podstaći dodatno pražnjenje nematocista. Dalje postupanje zavisi od vrste meduze i lokalnih preporuka. Kod nekih vrsta potapanje zahvaćenog dela u toplu vodu može značajno ublažiti bol, što se povezuje i sa osetljivošću pojedinih komponenti otrova na toplotu. Isto važi i za sirće: ne preporučuje se kao univerzalna mera nakon kontakta sa meduzama, jer kod pojedinih vrsta može smanjiti dalje oslobađanje otrova, dok kod drugih može podstaći aktivaciju preostalih nematocista.

Raže. Raže koje mogu izazvati envenomaciju rasprostranjene su prvenstveno u tropskim i suptropskim morima, ali pojedine vrste naseljavaju i umerena područja. **Obična raža** (***Dasyatis pastinaca***) prisutna je i u Mediteranu, pa mogućnost povrede nije ograničena samo na udaljene tropske destinacije. Veći deo vremena provode na morskom dnu, često delimično skrivene u pesku ili mulju, zbog čega povrede najčešće nastaju kada ih kupač slučajno nagazi u plitkoj vodi. Raža tada odbrambeno zamahuje repom, a nazubljena bodlja, obložena tkivom sa ćelijama koje stvaraju otrov, može prodreti duboko u tkivo, uneti otrov i izazvati ubodnu ili razdernu ranu. Povreda je zato kombinacija **mehaničke traume i envenomacije**. Najčešće su povređeni stopalo i potkolenica, što potvrđuju i podaci iz jedne prospektivne studije sa 393 povređene osobe, u kojoj se oko tri četvrtine povreda odnosilo na stopalo. U rani može ostati deo bodlje, što povećava rizik od produženog bola, zapaljenja i infekcije, dok duboke povrede grudnog koša, abdomena ili velikih krvnih sudova mogu biti životno ugrožavajuće prvenstveno zbog same mehaničke traume. **Otrov raže je termolabilan**, pa se povređeni deo potapa u toplu vodu, približno **43-45 °C**, čime se može smanjiti dejstvo pojedinih komponenti otrova i ublažiti bol. Rana nakon toga zahteva pažljivo čišćenje i procenu da li je u njoj zaostao deo bodlje. U područjima gde su raže česte, pri hodanju kroz plitku vodu preporučuje se lagano povlačenje stopala po dnu, kako bi vibracije upozorile životinju i omogućile joj da se udalji.

Morski ježevi najčešće izazivaju mehaničke povrede bodljama pri gaženju ili oslanjanju na stenovito morsko dno. Bodlje se lako lome i mogu zaostati u tkivu, pa dovesti do produženog bola, inflamacije ili infekcije. Površinski fragmenti mogu se pažljivo ukloniti, dok duboko usađene bodlje zahtevaju medicinsku procenu.

Među drugim otrovnim morskim organizmima posebno su zanimljivi konusni puževi i plavoprstenaste hobotnice, kod kojih rizik najčešće nastaje pri neposrednom kontaktu sa životinjom. **Konusni puževi** roda *Conus* rasprostranjeni su prvenstveno u tropskim vodama Indo-Pacifika. Njihove upadljive kućice mogu privući kupače i ronioce da ih uzmu u ruku, ali živa životinja poseduje šuplji zub nalik harpunu kojim ubrizgava konotoksine.[336] Teška envenomacija može dovesti do progresivne paralize i respiratorne insuficijencije. Specifičan **antivenom ne postoji**, pa je lečenje usmereno na ublažavanje simptoma i održavanje vitalnih funkcija, a u težim slučajevima može biti potrebna pomoć pri disanju. Iako su povrede retke, do 2017. godine pouzdano je dokumentovan je najmanje **141 slučaj envenomacije kod ljudi, od kojih je 36 završilo smrtnim ishodom. Plavoprstenaste hobotnice** roda *Hapalochlaena*, takođe rasprostranjene u Indo-Pacifiku, male su i vizuelno privlačne, pa do ujeda može doći kada ih kupači ili ronioci dodiruju ili uzimaju u ruku. Njihov ujed može uneti **tetrodotoksin**,[337] snažan neurotoksin koji može izazvati postepenu paralizu i ozbiljne teškoće sa disanjem. Specifičan **antivenom ne postoji**, pa se lečenje zasniva na održavanju vitalnih funkcija, naročito disanja, dok dejstvo toksina ne oslabi.

Otrovne ribe. Posebnu grupu morskih organizama čine ribe kod kojih do povrede najčešće dolazi ubodom otrovne bodlje, pri slučajnom gaženju, dodirivanju ili rukovanju ulovom. Za turiste koji borave na Mediteranu, uključujući Jadran, naročito je značajna **riba pauk**, poznata i kao **dragana** (*Trachinus draco*). Ova vrsta je rasprostranjena u severoistočnom Atlantiku, Sredozemnom moru, uključujući Jadransko i Egejsko more, kao i u Crnom moru, a često boravi delimično ukopana u peskovito ili muljevito dno, pri čemu iz podloge mogu ostati vidljivi samo oči i deo leđnog peraja. Zbog toga je kupači u plićaku mogu teško uočiti, pa do uboda najčešće dolazi slučajnim gaženjem, dok su kod ribolovaca povrede češće pri rukovanju ulovljenom ribom. Otrov se unosi preko bodlji, a karakteristični su nagao i veoma intenzivan bol, otok i lokalna reakcija; sistemski simptomi su ređi, ali mogući. Pošto otrov sadrži **termolabilne komponente**, potapanje povređenog dela u toplu vodu može značajno ublažiti bol. Na značaj ove vrste za kupače ukazuju i regionalni podaci: tokom jednog letnjeg perioda u severnoj Španiji ubodi ribe pauka zabeleženi su kod približno 0,3% kupača.

336 *Konotoksini - grupa snažnih peptidnih toksina koje proizvode konusni puževi (Conus spp.); deluju na jonske kanale i receptore nervnog sistema i mogu izazvati neuromišićnu paralizu, uključujući paralizu disajne muskulature.*

337 *Tetrodotoksin - snažan neurotoksin koji blokira natrijumske kanale. Prisutan je i kod pojedinih riba, obrađenih u delu o bezbednosti hrane; kod plavoprstenaste hobotnice unosi se ujedom.*

Mnogo teže envenomacije mogu izazvati **kamen-ribe** iz roda *Synanceia*, među kojima je poznata *Synanceia verrucosa*. Naseljavaju uglavnom plitke tropske vode Indo-Pacifika i gotovo se stapaju sa morskim dnom, pa povreda često nastaje pre nego što osoba životinju uopšte primeti. Ubod otrovnih dorzalnih bodlji izaziva izrazito jak bol i brzo širenje otoka, dok se u težim slučajevima mogu razviti teški kardiovaskularni i neurološki poremećaji. I kod kamen-riba otrov sadrži **termolabilne komponente**, pa se povređeni deo potapa u toplu vodu, približno do **45 °C**, vodeći računa da se ne izazove opekotina. Duboka rana, izražen otok ili sistemski simptomi zahtevaju hitnu medicinsku pomoć, a u pojedinim područjima za teške envenomacije dostupan je i specifični **antivenom**. Podaci o učestalosti ovih povreda nisu potpuni, jer se lakši slučajevi često ne prijavljuju.

U ovu grupu spadaju i **ribe škorpije** iz porodice *Scorpaenidae*, čije otrovne bodlje mogu izazvati veoma jak lokalni bol i otok. Među njima posebno mesto zauzimaju **vatrenjače (*Pterois* spp.)**, koje su se iz prirodnog indo-pacifičkog područja proširile u Mediteran. Njihovo prisustvo u Jadranu ima dodatni značaj jer pokazuje da se zdravstveni rizici turističke destinacije mogu menjati zajedno sa distribucijom vrsta.

Vatrenjača (*Pterois miles*) je poznata i kao **riba lav** ili **riba paun**. Lako se prepoznaje po crvenkastosmeđim i svetlim prugama i velikim lepezastim perajima, zbog čega je veoma upadljiva i privlačna roniocima i podvodnim fotografima. Vrsta prirodno naseljava Indijski okean i Crveno more, a u Mediteran je dospela preko Sueckog kanala i tokom poslednjih decenija brzo se proširila prema zapadu i severu. U hrvatskom delu Jadrana prvi put je dokumentovana 2021. godine, a između juna 2024. i januara 2025. potvrđena su **122 opažanja** duž hrvatske obale. Za sada je najzastupljenija u južnom i srednjem Jadranu. Za turizam je značajna jer je za svega nekoliko godina od retkog nalaza postala vrsta sa kojom ronioci, podvodni fotografi i ribolovci mogu realno doći u kontakt. Vatrenjača čoveka ne napada aktivno, ali njene otrovne bodlje pri neposrednom kontaktu mogu ubrizgati otrov. Povrede se najčešće događaju pri dodirivanju ribe, tokom podvodnog ribolova ili pri rukovanju ulovom, dok je za običnog kupača koji životinju samo vidi u vodi rizik mali. Važno je istaći da bodlje zadržavaju sposobnost da izazovu envenomaciju i nakon vađenja ribe iz vode. Ubod izaziva nagao i veoma intenzivan pekući bol, crvenilo i lokalni otok, a mogu se pojaviti i plikovi. Ređe se mogu javiti i sistemski simptomi, dok otežano disanje, izrazita slabost ili gubitak svesti zahtevaju hitnu medicinsku pomoć. U najvećem broju slučajeva envenomacija nije životno ugrožavajuća, ali bol može biti veoma intenzivan. U rani može zaostati deo bodlje, a postoji i rizik od sekundarne bakterijske infekcije. Kod uboda ranu treba očistiti, proveriti da li je u njoj zaostao deo bodlje i povređeni deo potopiti u najtopliju vodu koja se može bezbedno podneti bez izazivanja opekotine.

Vatrenjača ima i značajan **ekološki uticaj** kao invazivni predator, jer može uticati na sastav lokalnih ribljih zajednica i konkurisati autohtonim vrstama. Zbog toga se njeno širenje u Jadranu prati i kroz prijavljivanje nalaza i kontrolisano uklanjanje. Njeno prisustvo tako predstavlja istovremeno ekološki i zdravstveni izazov za destinacije u kojima su ronjenje, rekreativni ribolov i druge aktivnosti na moru važan deo turističke ponude.

Kod morskih povreda rizik se ne završava delovanjem otrova. Ubodne i razderne rane mogu se sekundarno inficirati, naročito ako su duboke ili u njima zaostanu bodlje i drugi fragmenti. Poseban značaj imaju bakterije roda *Vibrio*, koje su prirodno prisutne u morskoj i bočatoj vodi[338] i kroz oštećenu kožu mogu izazvati ozbiljne infekcije. Pojačavanje bola, crvenila i otoka, pojava sekreta iz rane ili povišene telesne temperature zahtevaju medicinsku procenu, čak i kada je početna povreda delovala bezazleno. Kod ubodnih i razdernih rana potrebno je proceniti i status **antitetanusne zaštite** i, prema potrebi, primeniti dodatnu zaštitu.

Zdravstveni rizik tokom putovanja zavisi od odnosa između **putnika, karakteristika putovanja i konkretne ekspozicije**. Prisustvo infektivnog agensa, vektora ili otrovne životinje na destinaciji samo po sebi ne određuje verovatnoću obolevanja ili povrede. Pravovremena procena rizika, odgovarajuće preventivne mere i brzo reagovanje nakon izlaganja mogu značajno smanjiti zdravstvene posledice putovanja. **Cilj zato nije izbegavanje destinacija, već prepoznavanje relevantnih rizika i bezbednije ponašanje tokom putovanja**.

338 *Bočata voda - voda između slatke i morske po stepenu slanosti, tipična za ušća reka i priobalne lagune.*

Literatura

Poglavlja Stres, od neprosredne mobilizacije organizma do posledica hroničnog stresa

- Selye H. Stress and the general adaptation syndrome. *British Medical Journal*. 1950;1(4667):1383-1392. doi:10.1136/bmj.1.4667.1383.
- Chrousos GP. Stress and disorders of the stress system. *Nature Reviews Endocrinology*. 2009;5(7):374-381. doi:10.1038/nrendo.2009.106.
- Sapolsky RM, Romero LM, Munck AU. How do glucocorticoids influence stress responses? Integrating permissive, suppressive, stimulatory, and preparative actions. *Endocrine Reviews*. 2000;21(1):55-89. doi:10.1210/edrv.21.1.0389.
- McEwen BS. Protective and damaging effects of stress mediators. *New England Journal of Medicine*. 1998;338(3):171-179. doi:10.1056/NEJM199801153380307.
- Schneiderman N, Ironson G, Siegel SD. Stress and health: Psychological, behavioral, and biological determinants. *Annual Review of Clinical Psychology*. 2005;1:607-628. doi:10.1146/annurev.clinpsy.1.102803.144141.
- Segerstrom SC, Miller GE. Psychological stress and the human immune system: A meta-analytic study of 30 years of inquiry. *Psychological Bulletin*. 2004;130(4):601-630. doi:10.1037/0033-2909.130.4.601.
- Dhabhar FS. Effects of stress on immune function: The good, the bad, and the beautiful. *Immunologic Research*. 2014;58(2-3):193-210. doi:10.1007/s12026-014-8517-0.
- Cohen S, Janicki-Deverts D, Doyle WJ, Miller GE, Frank E, Rabin BS, Turner RB. Chronic stress, glucocorticoid receptor resistance, inflammation, and disease risk. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2012;109(16):5995-5999. doi:10.1073/pnas.1118355109.
- Konturek PC, Brzozowski T, Konturek SJ. Stress and the gut: Pathophysiology, clinical consequences, diagnostic approach and treatment options. *Journal of Physiology and Pharmacology*. 2011;62(6):591-599.
- Vanuytsel T, van Wanrooy S, Vanheel H, Vanormelingen C, Verschueren S, Houben E, et al. Psychological stress and corticotropin-releasing hormone increase intestinal permeability in humans by a mast cell-dependent mechanism. *Gut*. 2014;63(8):1293-1299. doi:10.1136/gutjnl-2013-305690.
- Marucha PT, Kiecolt-Glaser JK, Favagehi M. Mucosal wound healing is impaired by examination stress. *Psychosomatic Medicine*. 1998;60(3):362-365. doi:10.1097/00006842-199805000-00025.
- Kiecolt-Glaser JK, Loving TJ, Stowell JR, Malarkey WB, Lemeshow S, Dickinson SL, Glaser R. Hostile marital interactions, proinflammatory cytokine production, and wound healing. *Archives of General Psychiatry*. 2005;62(12):1377-1384. doi:10.1001/archpsyc.62.12.1377.
- Cohen S, Tyrrell DAJ, Smith AP. Psychological stress and susceptibility to the common cold. *New England Journal of Medicine*. 1991;325(9):606-612. doi:10.1056/NEJM199108293250903.
- Holmes TH, Rahe RH. The Social Readjustment Rating Scale. *Journal of Psychosomatic Research*. 1967;11(2):213-218. doi:10.1016/0022-3999(67)90010-4.
- Dohrenwend BP. Inventorying stressful life events as risk factors for psychopathology: Toward resolution of the problem of intracategory variability. *Psychological Bulletin*. 2006;132(3):477-495. doi:10.1037/0033-2909.132.3.477.
- Miller MA, Rahe RH. Life changes scaling for the 1990s. *Journal of Psychosomatic Research*. 1997;43(3):279-292. doi:10.1016/S0022-3999(97)00118-9.
- Hobson CJ, Kamen J, Szostek J, Nethercut CM, Tiedmann JW, Wojnarowicz S. Stressful life events: A revision and update of the Social Readjustment Rating Scale. *International Journal of Stress Management*. 1998;5:1-23. doi:10.1023/A:1022978019315.
- Hobson CJ, Delunas L. National norms and life-event frequencies for the Revised Social Readjustment Rating Scale. *International Journal of Stress Management*. 2001;8(4):299-314. doi:10.1023/A:1017565632657.
- Wallace D, Cooper NR, Sel A, Russo R. The Social Readjustment Rating Scale: Updated and modernised. *PLOS ONE*. 2023;18(12):e0295943. doi:10.1371/journal.pone.0295943.
- Udayar S, Urbanaviciute I, Morselli D, Bollmann G, Rossier J, Spini D. The LIVES Daily Hassles Scale and its relation to life satisfaction. *Assessment*. 2023;30(2):348-363. doi:10.1177/10731911211047894.
- Hall JA, Steele RG, Christofferson JL, Mihailova T. Development and initial evaluation of a multidimensional digital stress scale. *Psychological Assessment*. 2021;33(3):230-242. doi:10.1037/pas0000979.
- Kelly SJ, Ismail M. Stress and type 2 diabetes: A review of how stress contributes to the development of type 2 diabetes. *Annual Review of Public Health*. 2015;36:441-462. doi:10.1146/annurev-publhealth-031914-122921.
- Chida Y, Hamer M, Wardle J, Steptoe A. Do stress-related psychosocial factors contribute to cancer incidence and survival? *Nature Clinical Practice Oncology*. 2008;5(8):466-475. doi:10.1038/ncponc1134.

Poglavlje San kao složeno fiziološko stanje i učestalost poremećaja spavanja

- Borbély AA, Daan S, Wirz-Justice A, Deboer T. The two-process model of sleep regulation: a reappraisal. *J Sleep Res*. 2016;25(2):131-143. doi:10.1111/jsr.12371.
- Scammell TE, Arrigoni E, Lipton JO. Neural circuitry of wakefulness and sleep. *Neuron*. 2017;93(4):747-765. doi:10.1016/j.neuron.2017.01.014.
- Ohayon MM, Carskadon MA, Guilleminault C, Vitiello MV. Meta-analysis of quantitative sleep parameters from childhood to old age in healthy individuals: developing normative sleep values across the human lifespan. *Sleep*. 2004;27(7):1255-1273. doi:10.1093/sleep/27.7.1255.
- Siclari F, Baird B, Perogamvros L, et al. The neural correlates of dreaming. *Nat Neurosci*. 2017;20(6):872-878. doi:10.1038/nn.4545.
- Paruthi S, Brooks LJ, D'Ambrosio C, et al. Recommended amount of sleep for pediatric populations: a consensus recommendation of the American Academy of Sleep Medicine. *J Clin Sleep Med*. 2016;12(6):785-786. doi:10.5664/jcsm.5866.
- Watson NF, Badr MS, Belenky G, et al. Recommended amount of sleep for a healthy adult: a joint consensus statement of the American Academy of Sleep Medicine and Sleep Research Society. *Sleep*. 2015;38(6):843-844. doi:10.5665/sleep.4716.
- Hirshkowitz M, Whiton K, Albert SM, et al. National Sleep Foundation's sleep time duration recommendations: methodology and results summary. *Sleep Health*. 2015;1(1):40-43. doi:10.1016/j.sleh.2014.12.010.
- Mong JA, Cusmano DM. Sex differences in sleep: impact of biological sex and sex steroids. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2016;371(1688):20150110. doi:10.1098/rstb.2015.0110.
- Sateia MJ. International classification of sleep disorders—third edition: highlights and modifications. *Chest*. 2014;146(5):1387-1394. doi:10.1378/chest.14-0970.
- Benjafield AV, Sert Kuniyoshi FH, Malhotra A, et al. Estimation of the global prevalence and burden of insomnia: a systematic literature review-based analysis. *Sleep Med Rev*. 2025;82:102121. doi:10.1016/j.smrv.2025.102121.
- Morin CM, Jarrin DC. Epidemiology of insomnia: prevalence, course, risk factors, and public health burden. *Sleep Med Clin*. 2022;17(2):173-191. doi:10.1016/j.jsmc.2022.03.003.
- Spielman AJ, Caruso LS, Glovinsky PB. A behavioral perspective on insomnia treatment. *Psychiatr Clin North Am*. 1987;10(4):541-553.
- Riemann D, Espie CA, Altena E, et al. The European Insomnia Guideline: an update on the diagnosis and treatment of insomnia 2023. *J Sleep Res*. 2023;32(6):e14035. doi:10.1111/jsr.14035.
- Qaseem A, Kansagara D, Forciea MA, Cooke M, Denberg TD. Management of chronic insomnia disorder in adults: a clinical practice guideline from the American College of Physicians. *Ann Intern Med*. 2016;165(2):125-133. doi:10.7326/M15-2175.
- Edinger JD, Arnedt JT, Bertisch SM, et al. Behavioral and psychological treatments for chronic insomnia disorder in adults: an American Academy of Sleep Medicine clinical practice guideline. *J Clin Sleep Med*. 2021;17(2):255-262. doi:10.5664/jcsm.8986.
- Sateia MJ, Buysse DJ, Krystal AD, Neubauer DN, Heald JL. Clinical practice guideline for the pharmacologic treatment of chronic insomnia in adults. *J Clin Sleep Med.* 2017;13(2):307-349. doi:10.5664/jcsm.6470.
- Ebrahim IO, Shapiro CM, Williams AJ, Fenwick PB. Alcohol and sleep I: effects on normal sleep. *Alcohol Clin Exp Res*. 2013;37(4):539-549. doi:10.1111/acer.12006.
- Gates PJ, Albertella L, Copeland J. The effects of cannabinoid administration on sleep: a systematic review of human studies. *Sleep Med Rev*. 2014;18(6):477-487. doi:10.1016/j.smrv.2014.02.005.
- Gates P, Albertella L, Copeland J. Cannabis withdrawal and sleep: a systematic review of human studies. *Subst Abus*. 2016;37(1):255-269. doi:10.1080/08897077.2015.1023484.
- Babson KA, Sottile J, Morabito D. Cannabis, cannabinoids, and sleep: a review of the literature. *Curr Psychiatry Rep.* 2017;19(4):23. doi:10.1007/s11920-017-0775-9.
- Gastaut H, Tassinari CA, Duron B. Étude polygraphique des manifestations épisodiques, hypniques et respiratoires, diurnes et nocturnes, du syndrome de Pickwick. *Rev Neurol (Paris)*. 1965;112(6):568-579.
- Jordan AS, McSharry DG, Malhotra A. Adult obstructive sleep apnoea. *Lancet*. 2014; 383(9918):736-747. doi:10.1016/S0140-6736(13)60734-5.
- Benjafield AV, Ayas NT, Eastwood PR, et al. Estimation of the global prevalence and burden of obstructive sleep apnoea: a literature-based analysis. *Lancet Respir Med*. 2019;7(8):687-698. doi:10.1016/S2213-2600(19)30198-5.
- Senaratna CV, Perret JL, Lodge CJ, et al. Prevalence of obstructive sleep apnea in the general population: a systematic review. *Sleep Med Rev.* 2017;34:70-81. doi:10.1016/j.smrv.2016.07.002.
- Javaheri S, Dempsey JA. Central sleep apnea: misunderstood and mistreated! *F1000Research*. 2019;8:981. doi:10.12688/f1000research.18358.1.
- Patil SP, Ayappa IA, Caples SM, Kimoff RJ, Patel SR, Harrod CG. Treatment of adult obstructive sleep apnea with positive airway pressure: an American Academy of Sleep Medicine clinical practice guideline. *J Clin Sleep Med*. 2019;15(2):335-343. doi:10.5664/jcsm.7640.
- Kent D, Stanley J, Aurora RN, et al. Referral of adults with obstructive sleep apnea for surgical consultation: an American Academy of Sleep Medicine clinical practice guideline. *J Clin Sleep Med*. 2021;17(12):2499-2505. doi:10.5664/jcsm.9592.
- Kapur VK, Auckley DH, Chowdhuri S, et al. Clinical practice guideline for diagnostic testing for adult obstructive sleep apnea. *J Clin Sleep Med*. 2017;13(3):479-504. doi:10.5664/jcsm.6506.
- Besedovsky L, Lange T, Haack M. The sleep-immune crosstalk in health and disease. *Physiol Rev*. 2019;99(3):1325-1380. doi:10.1152/physrev.00010.2018.
- Besedovsky L, Lange T, Born J. Sleep and immune function. *Pflugers Arch*. 2012;463(1):121-137. doi:10.1007/s00424-011-1044-0.
- Dimitrov S, Lange T, Gouttefangeas C, et al. Gαs-coupled receptor signaling and sleep regulate integrin activation of human antigen-specific T cells. *J Exp Med*. 2019;216(3):517-526. doi:10.1084/jem.20181169.
- Prather AA, Janicki-Deverts D, Hall MH, Cohen S. Behaviorally assessed sleep and susceptibility to the common cold. *Sleep*. 2015;38(9):1353-1359. doi:10.5665/sleep.4968.

- Lange T, Perras B, Fehm HL, Born J. Sleep enhances the human antibody response to hepatitis A vaccination. *Psychosom Med*. 2003;65(5):831-835. doi:10.1097/01.PSY.0000091382.61178.F1.
- Lange T, Dimitrov S, Bollinger T, Diekelmann S, Born J. Sleep after vaccination boosts immunological memory. *J Immunol*. 2011;187(1):283-290. doi:10.4049/jimmunol.1100015.
- Benedict C, Brytting M, Markström A, Broman JE, Schiöth HB. Acute sleep deprivation has no lasting effects on the human antibody titer response following a novel influenza A H1N1 virus vaccination. *BMC Immunol.* 2012;13:1. doi:10.1186/1471-2172-13-1.
- Guan M, et al. Poor sleep impairs immune responses and influenza vaccine protection. *Nat Commun.* 2026;17:5478. doi:10.1038/s41467-026-72212-2.
- Van Cauter E, Plat L, Copinschi G. Physiology of growth hormone secretion during sleep. *J Pediatr.* 1996;128(5 Pt 2):S32-S37. doi:10.1016/S0022-3476(96)70008-2.
- Spiegel K, Tasali E, Penev P, Van Cauter E. Brief communication: sleep curtailment in healthy young men is associated with decreased leptin levels, elevated ghrelin levels, and increased hunger and appetite. *Ann Intern Med.* 2004;141(11):846-850. doi:10.7326/0003-4819-141-11-200412070-00008.
- Greer SM, Goldstein AN, Walker MP. The impact of sleep deprivation on food desire in the human brain. *Nat Commun*. 2013;4:2259. doi:10.1038/ncomms3259.
- Covassin N, Singh P, McCrady-Spitzer SK, et al. Effects of experimental sleep restriction on energy intake, energy expenditure, and visceral obesity. *J Am Coll Cardiol*. 2022;79(13):1254-1265. doi:10.1016/j.jacc.2022.01.038.
- Tasali E, Wroblewski K, Kahn E, Kilkus J, Schoeller DA. Effect of sleep extension on objectively assessed energy intake among adults with overweight in real-life settings. *JAMA Intern Med*. 2022;182(4):365-374. doi:10.1001/jamainternmed.2021.8098.
- Broussard JL, Chapotot F, Abraham V, et al. Sleep restriction increases free fatty acids in healthy men. *Diabetologia*. 2015;58(4):791-798. doi:10.1007/s00125-015-3500-4.
- Broussard JL, Ehrmann DA, Van Cauter E, Tasali E, Brady MJ. Subchronic sleep restriction causes tissue-specific insulin resistance. *J Clin Endocrinol Metab*. 2015;100(4):1664-1671. doi:10.1210/jc.2014-3911.
- Zuraikat FM, St-Onge MP, Makarem N, et al. Chronic insufficient sleep in women impairs insulin sensitivity independent of adiposity changes: results of a randomized trial. *Diabetes Care.* 2024;47(1):117-125. doi:10.2337/dc23-1156.
- Graveling AJ, Frier BM. The risks of nocturnal hypoglycaemia in insulin-treated diabetes. *Diabetes Res Clin Pract.* 2017;133:30-39. doi:10.1016/j.diabres.2017.08.012.
- Calvin AD, Covassin N, Kremers WK, et al. Experimental sleep restriction causes endothelial dysfunction in healthy humans. *J Am Heart Assoc*. 2014;3(6):e001143. doi:10.1161/JAHA.114.001143.
- Van Dongen HPA, Maislin G, Mullington JM, Dinges DF. The cumulative cost of additional wakefulness: dose-response effects on neurobehavioral functions and sleep physiology from chronic sleep restriction and total sleep deprivation. *Sleep*. 2003;26(2):117-126. doi:10.1093/sleep/26.2.117.
- Yoo SS, Gujar N, Hu P, Jolesz FA, Walker MP. The human emotional brain without sleep—a prefrontal amygdala disconnect. *Curr Biol*. 2007;17(20):R877-R878. doi:10.1016/j.cub.2007.08.007.
- Shokri-Kojori E, Wang GJ, Wiers CE, et al. β-Amyloid accumulation in the human brain after one night of sleep deprivation. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2018;115(17):4483-4488. doi:10.1073/pnas.1721694115.
- Holth JK, Fritschi SK, Wang C, et al. The sleep-wake cycle regulates brain interstitial fluid tau in mice and CSF tau in humans. *Science*. 2019;363(6429):880-884. doi:10.1126/science.aav2546.
- Lyckenvik T, Olsson M, Forsberg M, et al. Sleep reduces CSF concentrations of beta-amyloid and tau: a randomized crossover study in healthy adults. *Fluids Barriers CNS*. 2025;22(1):84. doi:10.1186/s12987-025-00698-x.
- Staffe AT, Bech MW, Clemmensen SLK, Nielsen HT, Larsen DB, Petersen KK. Total sleep deprivation increases pain sensitivity, impairs conditioned pain modulation and facilitates temporal summation of pain in healthy participants. *PLoS One*. 2019;14(12):e0225849. doi:10.1371/journal.pone.0225849.
- Simpson NS, Scott-Sutherland J, Gautam S, Sethna N, Haack M. Chronic exposure to insufficient sleep alters processes of pain habituation and sensitization. *Pain*. 2018;159(1):33-40. doi:10.1097/j.pain.0000000000001053.
- Sutanto CN, Loh WW, Kim JE. The impact of tryptophan supplementation on sleep quality: a systematic review, meta-analysis, and meta-regression. *Nutr Rev*. 2022;80(2):306-316. doi:10.1093/nutrit/nuab027.
- Fernstrom JD, Wurtman RJ. Brain serotonin content: physiological regulation by plasma neutral amino acids. *Science*. 1972;178(4059):414-416. doi:10.1126/science.178.4059.414.
- Wurtman RJ, Wurtman JJ, Regan MM, McDermott JM, Tsay RH, Breu JJ. Effects of normal meals rich in carbohydrates or proteins on plasma tryptophan and tyrosine ratios. *Am J Clin Nutr*. 2003;77(1):128-132. doi:10.1093/ajcn/77.1.128.
- EFSA Panel on Nutrition, Novel Foods and Food Allergens. Scientific opinion on the tolerable upper intake level for vitamin B6. *EFSA J*. 2023;21(5):8006. doi:10.2903/j.efsa.2023.8006.
- Sutanto CN, Xia X, Heng CW, et al. The impact of 5-hydroxytryptophan supplementation on sleep quality and gut microbiota composition in older adults: a randomized controlled trial. *Clin Nutr*. 2024;43(3):593-602. doi:10.1016/j.clnu.2024.01.010.
- Scotton WJ, Hill LJ, Williams AC, Barnes NM. Serotonin syndrome: pathophysiology, clinical features, management, and potential future directions. *Int J Tryptophan Res.* 2019;12:1178646919873925. doi:10.1177/1178646919873925.
- Auger RR, Burgess HJ, Emens JS, Deriy LV, Thomas SM, Sharkey KM. Clinical practice guideline for the treatment of intrinsic circadian rhythm sleep-wake disorders. *J Clin Sleep Med*. 2015;11(10):1199-1236. doi:10.5664/jcsm.5100.
- Mah J, Pitre T. Oral magnesium supplementation for insomnia in older adults: a systematic review and meta-analysis. *BMC Complement Med Ther*. 2021;21:125. doi:10.1186/s12906-021-03297-z.
- Arab A, Rafie N, Amani R, Shirani F. The role of magnesium in sleep health: a systematic review of available literature. *Biol Trace Elem Res*. 2023;201(1):121-128. doi:10.1007/s12011-022-03162-1.
- Chang AM, Aeschbach D, Duffy JF, Czeisler CA. Evening use of light-emitting eReaders negatively affects sleep, circadian timing, and next-morning alertness. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2015;112(4):1232-1237. doi:10.1073/pnas.1418490112.

- Kredlow MA, Capozzoli MC, Hearon BA, Calkins AW, Otto MW. The effects of physical activity on sleep: a meta-analytic review. *J Behav Med*. 2015;38(3):427-449. doi:10.1007/s10865-015-9617-6.
- Drake C, Roehrs T, Shambroom J, Roth T. Caffeine effects on sleep taken 0, 3, or 6 hours before going to bed. *J Clin Sleep Med*. 2013;9(11):1195-1200. doi:10.5664/jcsm.3170.
- Yin J, Jin X, Shan Z, et al. Relationship of sleep duration with all-cause mortality and cardiovascular events: a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *J Am Heart Assoc.* 2017;6(9):e005947. doi:10.1161/JAHA.117.005947.
- Arendt J. Biological rhythms during residence in polar regions. *Chronobiology International*. 2012;29(4):379-394. doi: 10.3109/07420528.2012.668997.
- Sivertsen B, Friborg O, Pallesen S, Vedaa Ø, Hopstock LA. Sleep in the land of the midnight sun and polar night: The Tromsø study. *Chronobiology International.* 2021;38(3):334-342. doi: 10.1080/07420528.2020.1845191.
- Weissová K, Škrabalová J, Skálová K, Bendová Z, Kopřivová J. The effect of a common daily schedule on human circadian rhythms during the polar day in Svalbard: A field study. *Journal of Circadian Rhythms*. 2019;17(1):9. doi: 10.5334/jcr.186.
- Paul MA, Love RJ, Hawton A, Arendt J. Sleep and the endogenous melatonin rhythm of high Arctic residents during the summer and winter. *Physiology & Behavior.* 2015;141:199-206. doi: 10.1016/j.physbeh.2015.01.021.
- Paul MA, Love RJ, Hawton A, Brett KD, McCreary DR, Arendt J. Sleep deficits in the High Arctic summer in relation to light exposure and behaviour: use of melatonin as a countermeasure. *Sleep Medicine*. 2015;16(3):406-413. doi: 10.1016/j.sleep.2014.12.012.
- Tortello C, Folgueira A, Lopez JM, et al. Chronotype delay and sleep disturbances shaped by the Antarctic polar night. *Scientific Reports.* 2023;13:15957. doi: 10.1038/s41598-023-43102-0.
- Sletten TL, Sullivan JP, Arendt J, et al. The role of circadian phase in sleep and performance during Antarctic winter expeditions. *Journal of Pineal Research*. 2022;73(2):e12817. doi: 10.1111/jpi.12817.
- Wittmann M, Dinich J, Merrow M, Roenneberg T. Social jetlag: misalignment of biological and social time. *Chronobiology International*. 2006;23(1-2):497-509. doi: 10.1080/07420520500545979.
- Corbett RW, Middleton B, Arendt J. An hour of bright white light in the early morning improves performance and advances sleep and circadian phase during the Antarctic winter. *Neuroscience Letters*. 2012;525(2):146-151. doi: 10.1016/j.neulet.2012.06.046.
- Willoughby AR, Vallat R, Ong JL, Chee MWL. Insights about travel-related sleep disruption from 1.5 million nights of data. *Sleep*. 2025;48(7):zsaf077. doi:10.1093/sleep/zsaf077.
- Rossiter A, Comyns TM, Sherwin I, Nevill AM, Campbell MJ, Warrington GD. Effects of long-haul transmeridian travel on physiological, sleep, perceptual and mood markers in Olympic team support staff. *Chronobiology International*. 2022;39(12):1640-1655. doi:10.1080/07420528.2022.2139186.
- Burgess HJ, Crowley SJ, Gazda CJ, Fogg LF, Eastman CI. Preflight adjustment to eastward travel: 3 days of advancing sleep with and without morning bright light. *Journal of Biological Rhythms*. 2003;18(4):318-328. doi:10.1177/0748730403253585.
- Eastman CI, Gazda CJ, Burgess HJ, Crowley SJ, Fogg LF. Advancing circadian rhythms before eastward flight: a strategy to prevent or reduce jet lag. *Sleep*. 2005;28(1):33-44. doi:10.1093/sleep/28.1.33.
- Suhner A, Schlagenhauf P, Johnson R, Tschopp A, Steffen R. Comparative study to determine the optimal melatonin dosage form for the alleviation of jet lag. *Chronobiology International.* 1998;15(6):655-666. doi:10.3109/07420529808993201.
- Spitzer RL, Terman M, Williams JBW, Terman JS, Malt UF, Singer F, Lewy AJ. Jet lag: clinical features, validation of a new syndrome-specific scale, and lack of response to melatonin in a randomized, double-blind trial. *American Journal of Psychiatry.* 1999;156(9):1392-1396. doi:10.1176/ajp.156.9.1392.
- Beaumont M, Batéjat D, Piérard C, et al. Caffeine or melatonin effects on sleep and sleepiness after rapid eastward transmeridian travel. *Journal of Applied Physiology.* 2004;96(1):50-58. doi:10.1152/japplphysiol.00940.2002.

Poglavlje Kvalitet života i zdravlje u urbanoj sredini

- Schelegle ES, Adams WC. Reduced exercise time in competitive simulations consequent to low level ozone exposure. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 1986;18(4):408-414. doi:10.1249/00005768-198608000-00008.
- Schelegle ES, Morales CA, Walby WF, Marion S, Allen RP. 6.6-hour inhalation of ozone conce-ntrations from 60 to 87 parts per billion in healthy humans. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2009;180(3):265-272. doi:10.1164/rccm.200809-1484OC.
- Kim CS, Alexis NE, Rappold AG, et al. Lung function and inflammatory responses in healthy young adults exposed to 0.06 ppm ozone for 6.6 hours. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2011;183(9):1215-1221. doi:10.1164/rccm.201011-1813OC.
- Sheppard D, Saisho A, Nadel JA, Boushey HA. Exercise increases sulfur dioxide-induced bronchoconstriction in asthmatic subjects. *American Review of Respiratory Disease*. 1981;123(5):486-491. doi:10.1164/arrd.1981.123.5.486.
- Wilber RL, Rundell KW, Szmedra L, Jenkinson DM, Im J, Drake SD. Incidence of exercise-induced bronchospasm in Olympic winter sport athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2000;32(4):732-737. doi:10.1097/00005768-200004000-00003.
- Nicholson JP, Case DB. Carboxyhemoglobin levels in New York City runners. *The Physician and Sportsmedicine*. 1983;11(3):134-138. doi:10.1080/00913847.1983.11708486.
- World Health Organization. Guidelines for Drinking-water Quality: Fourth Edition Incorporating the First, Second and Third Addenda. Geneva: World Health Organization; 2026. ISBN 978-92-4-012122-5.
- European Parliament and Council. Directive (EU) 2020/2184 of 16 December 2020 on the quality of water intended for human consumption. *Official Journal of the European Union*. 2020;L435:1-62.
- Zhang H, Liu D, Zhao L, et al. Review on corrosion and corrosion scale formation upon unlined cast iron pipes in drinking water distribution systems. *Journal of Environmental Sciences*. 2022;117:173-189. doi:10.1016/j.jes.2022.04.024.
- U.S. Environmental Protection Agency. Basic Information about Lead in Drinking Water. Washington, DC: EPA; ažurirano 2026.
- Pelto-Huikko A, Ahonen M, Ruismäki M, Kaunisto T, Latva M. Migration of volatile organic compounds from PEX-a pipes into the drinking water during the first five years of use. *Materials*. 2021;14(4):746. doi:10.3390/ma14040746.
- Koelmans AA, Mohamed Nor NH, Hermsen E, Kooi M, Mintenig SM, De France J. Microplastics in freshwaters and drinking water: Critical review and assessment of data quality. *Water Research*. 2019;155:410-422. doi:10.1016/j.watres.2019.02.054.

- Dalmau-Soler J, Ballesteros-Cano R, Ferrer N, Boleda MR, Lacorte S. Microplastics throughout a tap water supply network. *Water and Environment Journal*. 2022;36(2):292-298. doi:10.1111/wej.12766.
- World Health Organization. Chemical Fact Sheet: Chlorine. In: Guidelines for Drinking-water Quality. Geneva: World Health Organization; 2022.
- Qian Y, Wang W, Li XF, Hrudey SE. Evaluation of approaches for consumers to eliminate chlorine off-flavors from drinking water at point-of-use. *Water Science and Technology: Water Supply.* 2015;15(1):84-93. doi:10.2166/ws.2014.088.
- Land B. Using Vitamin C to Neutralize Chlorine in Water Systems. San Dimas, CA: United States Department of Agriculture, Forest Service, Technology and Development Program; 2005. Publication 0523-1301-SDTDC.
- World Health Organization. Arsenic. Geneva: World Health Organization; 2022.
- Jovanović D, Jakovljević B, Rašić-Milutinović Z, Paunović K, Peković G, Knežević T. Arsenic occurrence in drinking water supply systems in ten municipalities in Vojvodina Region, Serbia. *Environmental Research*. 2011;111(2):315-318. doi:10.1016/j.envres.2010.11.014.
- Bissen M, Frimmel FH. Arsenic—A review. Part II: Oxidation of arsenic and its removal in water treatment. *Acta Hydrochimica et Hydrobiologica*. 2003;31(2):97-107. doi:10.1002/aheh.200300485.
- Walker M, Seiler RL, Meinert M. Effectiveness of household reverse-osmosis systems in a Western U.S. region with high arsenic in groundwater. *Science of the Total Environment.* 2008;389(2-3):245-252.
- Centers for Disease Control and Prevention. About Home Water Treatment Systems. Atlanta: CDC; 2024.
- U.S. Environmental Protection Agency. Point-of-Use Reverse Osmosis Systems. Washington, DC: EPA WaterSense; ažurirano 2026.
- Wijmans JG, Baker RW. The solution-diffusion model: A review. *Journal of Membrane Science*. 1995;107(1-2):1-21. doi:10.1016/0376-7388(95)00102-I.
- World Health Organization. Nutrients in Drinking-water. Geneva: World Health Organization; 2005. WHO/SDE/WSH/05.09. ISBN 92-4-159398-9.
- World Health Organization. Calcium and Magnesium in Drinking-water: Public Health Significance. Geneva: World Health Organization; 2009. ISBN 978-92-4-156355-0.
- Li B, Zhang H, Zhang W, et al. Cost effective activated carbon treatment process for removing free chlorine from water. *Asia-Pacific Journal of Chemical Engineering.* 2010;5(5):714-720. doi:10.1002/apj.396.
- Daschner FD, Rüden H, Simon R, Clotten J. Microbiological contamination of drinking water in a commercial household water filter system. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases*. 1996;15(3):233-237. doi:10.1007/BF01591360.
- Payment P. Bacterial colonization of domestic reverse-osmosis water filtration units. *Canadian Journal of Microbiology.* 1989;35(11):1065-1067. doi:10.1139/m89-178.
- Torii S, Hashimoto T, Do AT, Furumai H, Katayama H. Repeated pressurization as a potential cause of deterioration in virus removal by aged reverse osmosis membrane used in households. *Science of the Total Environment*. 2019;695:133814. doi:10.1016/j.scitotenv.2019.133814.
- Centers for Disease Control and Prevention. Controlling Legionella in Potable Water Systems. Atlanta: CDC; ažurirano 2025.
- World Health Organization, United Nations Children's Fund. Progress on Household Drinking Water, Sanitation and Hygiene 2000-2024: Special Focus on Inequalities. Geneva and New York; 2025.
- Chard AN, Hill V. Food and Water Precautions for Travelers. In: CDC Yellow Book 2026: Health Information for International Travel. Centers for Disease Control and Prevention; 2025.
- Backer HD, Hill V. Water Disinfection for Travelers. In: CDC Yellow Book 2026: Health Information for International Travel. Centers for Disease Control and Prevention; 2025.
- Kumpel E, Nelson KL. Mechanisms affecting water quality in an intermittent piped water supply. *Environmental Science & Technology*. 2014;48(5):2766-2775. doi:10.1021/es405054u.
- European Parliament and Council. Directive (EU) 2020/2184 of 16 December 2020 on the quality of water intended for human consumption. *Official Journal of the European Union*. 2020;L435:1-62.
- European Parliament and Council. Directive 2009/54/EC of 18 June 2009 on the exploitation and marketing of natural mineral waters. *Official Journal of the European Union*. 2009;L164:45-58.
- Zvěřinová I, Ščasný M, Otáhal J. Bottled or tap water? Factors explaining consumption and measures to promote tap water. *Water*. 2024;16(20):3011. doi:10.3390/w16203011.
- Tosun J, Debus M, Schaub S. Tap water consumption choices in out-of-home settings: insights from a survey of German adults. *International Journal of Water Resources Development*. 2025;41(3). doi:10.1080/07900627.2024.2423742.
- Chatterjee D, Barbhuiya MR. Bottled water usage and willingness to pay among Indian tourists: visual nudges and the theory of planned behaviour. *Scandinavian Journal of Hospitality and Tourism*. 2021;21(5):531-549. doi:10.1080/15022250.2021.1974544.
- Centers for Disease Control and Prevention. Vietnam, Peru and Dominican Republic. In: CDC Yellow Book 2026: Health Information for International Travel. CDC; 2025.
- Singer BC, Destaillats H, Hodgson AT, Nazaroff WW. Cleaning products and air fresheners: emissions and resulting concentrations of glycol ethers and terpenoids. *Indoor Air*. 2006;16(3):179-191. doi:10.1111/j.1600-0668.2005.00414.x.
- Nørgaard AW, Kudal JD, Kofoed-Sørensen V, Koponen IK, Wolkoff P. Ozone-initiated VOC and particle emissions from a cleaning agent and an air freshener: risk assessment of acute airway effects. *Environment International*. 2014;68:209-218. doi:10.1016/j.envint.2014.03.029.
- Salthammer T, Gu J, Wientzek S, Harrington R, Thomann S. Measurement and evaluation of gaseous and particulate emissions from burning scented and unscented candles. *Environment International*. 2021;155:106590. doi:10.1016/j.envint.2021.106590.
- Andersen C, Omelekhina Y, Rasmussen BB, et al. Emissions of soot, PAHs, ultrafine particles, NOx, and other health-relevant compounds from stressed burning of candles in indoor air. *Indoor Air*. 2021;31(6):2033-2048. doi:10.1111/ina.12909.
- Laursen KR, Christensen NV, Mulder FA, et al. Airway and systemic biomarkers of health effects after short-term exposure to indoor ultrafine particles from cooking and candles. *Particle and Fibre Toxicology*. 2023;20:26. doi:10.1186/s12989-023-00537-7.

- Patra SS, Jiang J, Liu J, Steiner G, Jung N, Boor BE. Flame-free candles are not pollution-free: scented wax melts as a significant source of atmospheric nanoparticles. *Environmental Science & Technology Letters*. 2025;12(2):175-182. doi:10.1021/acs.estlett.4c00986.
- Salonen H, Salthammer T, Morawska L. Human exposure to air contaminants in sports environments. *Indoor Air*. 2020;30(6):1109-1129. doi:10.1111/ina.12718.
- Sinharay R, Gong J, Barratt B, et al. Respiratory and cardiovascular responses to walking down a traffic-polluted road compared with walking in a traffic-free area in participants aged 60 years and older. *Lancet*. 2018;391(10118):339-349. doi:10.1016/S0140-6736(17)32643-0.
- Tainio M, de Nazelle AJ, Götschi T, et al. Can air pollution negate the health benefits of cycling and walking? Preventive Medicine. 2016;87:233-236. doi:10.1016/j.ypmed.2016.02.002.
- Carlsten C, Salvi S, Wong GWK, Chung KF. Personal strategies to minimise effects of air pollution on respiratory health. *European Respiratory Journal*. 2020;55(6):1902056. doi:10.1183/13993003.02056-2019.
- World Health Organization Regional Office for Europe. Personal-level actions to reduce air pollution exposure in the WHO European Region. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2024.
- World Health Organization. Radon and health. Geneva: WHO; 2023.
- Pereira P, Yin C, Hua T. Nature-based solutions, ecosystem services, disservices, and impacts on well-being in urban environments. *Current Opinion in Environmental Science & Health*. 2023;33:100465. doi:10.1016/j.coesh.2023.100465.
- Chen B, Wu S, Song Y, et al. Contrasting inequality in human exposure to greenspace between cities of Global North and Global South. *Nature Communications*. 2022;13:4636. doi:10.1038/s41467-022-32258-4.
- Bertassello LE, van der Velde M, Maes J, Liu S, Brandt M, Feyen L. Assessing European cities with the 3-30-300 rule underscores the need for enhanced urban greening efforts. *Nature Communications*. 2026;17:4846. doi:10.1038/s41467-026-71523-8.
- Gianfredi V, Buffoli M, Rebecchi A, et al. Association between urban greenspace and health: a systematic review of literature. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021;18(10):5137. doi:10.3390/ijerph18105137.
- Rojas-Rueda D, Nieuwenhuijsen MJ, Gascon M, Perez-Leon D, Mudu P. Green spaces and mortality: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. *Lancet Planetary Health*. 2019;3(11):e469-e477. doi:10.1016/S2542-5196(19)30215-3.
- South EC, Hohl BC, Kondo MC, MacDonald JM, Branas CC. Effect of greening vacant land on mental health of community-dwelling adults: a cluster randomized trial. *JAMA Network Open*. 2018;1(3):e180298. doi:10.1001/jamanetworkopen.2018.0298.
- Tyrväinen L, Ojala A, Korpela K, Lanki T, Tsunetsugu Y, Kagawa T. The influence of urban green environments on stress relief measures: a field experiment. *Journal of Environmental Psychology*. 2014;38:1-9. doi:10.1016/j.jenvp.2013.12.005.
- Hu G, Luo Y, Zhang P, Zeng H, Ma X. Effects of urban green exercise on mental health: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Public Health*. 2025;13:1677223. doi:10.3389/fpubh.2025.1677223.
- Li Y, Svenning JC, Zhou W, et al. Green spaces provide substantial but unequal urban cooling globally. *Nature Communications*. 2024;15:7108. doi:10.1038/s41467-024-51355-0.
- lungman T, Cirach M, Marando F, et al. Cooling cities through urban green infrastructure: a health impact assessment of European cities. *The Lancet*. 2023;401(10376):577-589. doi:10.1016/S0140-6736(22)02585-5.
- Abhijith KV, Kumar P, Gallagher J, et al. Air pollution abatement performances of green infrastructure in open road and built-up street canyon environments: a review. *Atmospheric Environment*. 2017;162:71-86. doi:10.1016/j.atmosenv.2017.05.014.
- Ferrante M, Rapisarda P, Castrogiovanni M, Filippini T, Oliveri Conti G, Vinceti M. Urban greenness for the protection of adverse effects of noise on human health: a PRISMA systematic review. *Science of the Total Environment*. 2025;978:179415. doi:10.1016/j.scitotenv.2025.179415.
- Binner H, Sullivan T, Jansen MAK, McNamara ME. Metals in urban soils of Europe: a systematic review. *Science of the Total Environment*. 2023;854:158734. doi:10.1016/j.scitotenv.2022.158734.
- Sousa-Silva R, Smargiassi A, Kneeshaw D, et al. Strong variations in urban allergenicity riskscapes due to poor knowledge of tree pollen allergenic potential. *Scientific Reports*. 2021;11:10196. doi:10.1038/s41598-021-89353-7.

Poglavlje Fizička aktivnost kao osnova zdravog životnog stila

- González, J. M., Johnson, F. R., Fedoruk, M., Posner, J., & Bowers, L. (2018). Trading health risks for glory: A reformulation of the Goldman dilemma. *Sports Medicine*, 48(8), 1963-1969. doi: 10.1007/s40279-018-0881-9.
- Mountjoy, M., Brackenridge, C., Arrington, M., et al. (2016). International Olympic Committee consensus statement: Harassment and abuse, non-accidental violence, in sport. *British Journal of Sports Medicine*, 50(17), 1019-1029. doi: 10.1136/bjsports-2016-096121.
- Mountjoy, M., Ackerman, K. E., Bailey, D. M., et al. (2023). 2023 International Olympic Committee's consensus statement on Relative Energy Deficiency in Sport. *British Journal of Sports Medicine*, 57(17), 1073-1097. doi: 10.1136/bjsports-2023-106994.
- Palmer, D., Cooper, D. J., Emery, C., et al. (2021). Self-reported sports injuries and later-life health status in 3,357 retired Olympians from 131 countries. *British Journal of Sports Medicine*, 55(1), 46-53. doi: 10.1136/bjsports-2019-101772.
- Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., et al. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *British Journal of Sports Medicine*, 54(24), 1451-1462. doi: 10.1136/bjsports-2020-102955.
- Blair, S. N., Kohl, H. W., Paffenbarger, R. S., Clark, D. G., Cooper, K. H., & Gibbons, L. W. (1989). Physical fitness and all-cause mortality: A prospective study of healthy men and women. *JAMA*, 262(17), 2395-2401. doi: 10.1001/jama.1989.03430170057028.
- Little, J. P., Safdar, A., Cermak, N., Tarnopolsky, M. A., & Gibala, M. J. (2010). Acute endurance exercise increases the nuclear abundance of PGC-1α in trained human skeletal muscle. *American Journal of Physiology—Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 298(4), R912-R917. doi: 10.1152/ajpregu.00409.2009.
- Broom, D. R., Batterham, R. L., King, J. A., & Stensel, D. J. (2009). Influence of resistance and aerobic exercise on hunger, circulating levels of acylated ghrelin, and peptide YY in healthy males. *American Journal of Physiology—Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 296(1), R29-R35. doi: 10.1152/ajpregu.90706.2008.
- Clarke, S. F., Murphy, E. F., O'Sullivan, O., et al. (2014). Exercise and associated dietary extremes impact on gut microbial diversity. *Gut*, 63(12), 1913-1920. doi: 10.1136/gutjnl-2013-306541.

- Watson, S. L., Weeks, B. K., Weis, L. J., Harding, A. T., Horan, S. A., & Beck, B. R. (2018). High-intensity resistance and impact training improves bone mineral density and physical function in postmenopausal women with osteopenia and osteoporosis: The LIFTMOR randomized controlled trial. *Journal of Bone and Mineral Research*, 33(2), 211-220. doi: 10.1002/jbmr.3284.
- Erickson, K. I., Voss, M. W., Prakash, R. S., et al. (2011). Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(7), 3017-3022. doi: 10.1073/pnas.1015950108.
- Starkie, R., Ostrowski, S. R., Jauffred, S., Febbraio, M., & Pedersen, B. K. (2003). Exercise and IL-6 infusion inhibit endotoxin-induced TNF-α production in humans. *FASEB Journal*, 17(8), 884-886. doi: 10.1096/fj.02-0670fje.
- Duggal, N. A., Pollock, R. D., Lazarus, N. R., Harridge, S., & Lord, J. M. (2018). Major features of immunesenescence, including reduced thymic output, are ameliorated by high levels of physical activity in adulthood. *Aging Cell*, 17(2), e12750. doi: 10.1111/acel.12750.
- Woods, J. A., Keylock, K. T., Lowder, T., et al. (2009). Cardiovascular exercise training extends influenza vaccine seroprotection in sedentary older adults: The Immune Function Intervention Trial. *Journal of the American Geriatrics Society*, 57(12), 2183-2191. doi: 10.1111/j.1532-5415.2009.02563.x.
- Statistical Office of the Republic of Serbia, Ministry of Health of the Republic of Serbia, & Institute of Public Health of Serbia „Dr Milan Jovanović Batut". (2021). *The 2019 Serbian National Health Survey.* Belgrade: Statistical Office of the Republic of Serbia.

Poglavlje Gojaznost i savremen način života

- World Health Organization. Obesity and overweight. Geneva: WHO; 2025.
- Rubino F, Cummings DE, Eckel RH, et al. Definition and diagnostic criteria of clinical obesity. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2025;13(3):221-262. doi:10.1016/S2213-8587(24)00316-4.
- Fain JN, Madan AK, Hiler ML, Cheema P, Bahouth SW. Comparison of the release of adipokines by adipose tissue, adipose tissue matrix, and adipocytes from visceral and subcutaneous abdominal adipose tissues of obese humans. *Endocrinology*. 2004;145(5):2273-2282. doi:10.1210/en.2003-1336.
- Lauby-Secretan B, Scoccianti C, Loomis D, Grosse Y, Bianchini F, Straif K; International Agency for Research on Cancer Handbook Working Group. Body Fatness and Cancer—Viewpoint of the IARC Working Group. *N Engl J Med*. 2016;375(8):794-798. doi:10.1056/NEJMsr1606602.
- Stunkard AJ, Sørensen TIA, Hanis C, et al. An adoption study of human obesity. *N Engl J Med.* 1986;314(4):193-198. doi:10.1056/NEJM198601233140401.
- Silventoinen K, Jelenkovic A, Sund R, et al. Differences in genetic and environmental variation in adult BMI by sex, age, time period, and region: an individual-based pooled analysis of 40 twin cohorts. *Am J Clin Nutr*. 2017;106(2):457-466. doi:10.3945/ajcn.117.153643.
- Hainer V, Stunkard A, Kunešová M, Parízková J, Stich V, Allison DB. A twin study of weight loss and metabolic efficiency. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2001;25(4):533-537. doi:10.1038/sj.ijo.0801559.
- Bouchard C, Tremblay A, Després JP, et al. The response to exercise with constant energy intake in identical twins. *Obes Res*. 1994;2(5):400-410. doi:10.1002/j.1550-8528.1994.tb00087.x.
- Minster RL, Hawley NL, Su CT, et al. A thrifty variant in CREBRF strongly influences body mass index in Samoans. *Nat Genet.* 2016;48(9):1049-1054. doi:10.1038/ng.3620.
- Yengo L, Sidorenko J, Kemper KE, et al. Meta-analysis of genome-wide association studies for height and body mass index in approximately 700,000 individuals of European ancestry. *Hum Mol Genet*. 2018;27(20):3641-3649. doi:10.1093/hmg/ddy271.
- Ravussin E, Valencia ME, Esparza J, Bennett PH, Schulz LO. Effects of a traditional lifestyle on obesity in Pima Indians. *Diabetes Care*. 1994;17(9):1067-1074. doi:10.2337/diacare.17.9.1067.
- Schulz LO, Bennett PH, Ravussin E, Kidd JR, Kidd KK, Esparza J, Valencia ME. Effects of traditional and western environments on prevalence of type 2 diabetes in Pima Indians in Mexico and the U.S. *Diabetes Care*. 2006;29(8):1866-1871. doi:10.2337/dc06-0138.
- Esparza J, Fox C, Harper IT, Bennett PH, Schulz LO, Valencia ME, Ravussin E. Daily energy expenditure in Mexican and USA Pima Indians: low physical activity as a possible cause of obesity. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2000;24(1):55-59. doi:10.1038/sj.ijo.0801085.
- Boyce VL, Swinburn BA. The traditional Pima Indian diet. Composition and adaptat on for use in a dietry intervention study. *Diabetes Care*. 1993;16(1):369-371. doi:10.2337/diacare.16.1.369.
- Esparza-Romero J, Valencia ME, Martinez ME, Ravussin E, Schulz LO, Bennett PH. Differences in insulin resistance in Mexican and U.S. Pima Indians with normal glucose tolerance. *J Clin Endocrinol Metab*. 2010;95(11):E358-E362. doi:10.1210/jc.2010-0297.
- Esparza-Romero J, Valencia ME, Urquidez-Romero R, et al. Environmentally driven increases in type 2 diabetes and obesity in Pima Indians and non-Pimas in Mexico over a 15-year period: the Maycoba Project. *Diabetes Care*. 2015;38(11):2075-2082. doi:10.2337/dc15-0089.
- Hsueh WC, Bennett PH, Esparza-Romero J, et al. Analysis of type 2 diabetes and obesity genetic variants in Mexican Pima Indians: marked allelic differentiation among Amerindians at HLA. *Ann Hum Genet*. 2018;82(5):287-299. doi:10.1111/ahg.12252.
- Hall KD, Ayuketah A, Brychta R, et al. Ultra-Processed Diets Cause Excess Calorie Intake and Weight Gain: An Inpatient Randomized Controlled Trial of Ad Libitum Food Intake. *Cell Metab*. 2019;30(1):67-77.e3. doi:10.1016/j.cmet.2019.05.008.
- Willbond SM, Laviolette MA, Duval K, Doucet É. Normal weight men and women overestimate exercise energy expenditure. *J Sports Med Phys Fitness*. 2010;50(4):377-384.
- Jo E, Worts PR, Elam ML, et al. Resistance training during a 12-week protein supplemented VLCD treatment enhances weight-loss outcomes in obese patients. *Clin Nutr.* 2019;38(1):372-382. doi:10.1016/j.clnu.2017.12.015.
- Venables MC, Achten J, Jeukendrup AE. Determinants of fat oxidation during exercise in healthy men and women: a cross-sectional study. *J Appl Physiol*. 2005;98(1):160-167. doi:10.1152/japplphysiol.00662.2003.
- Liu D, Huang Y, Huang C, et al. Calorie Restriction with or without Time-Restricted Eating in Weight Loss. *N Engl J Med.* 2022;386(16):1495-1504. doi:10.1056/NEJMoa2114833.
- Garaulet M, Qian J, Florez JC, et al. Interplay of Dinner Timing and MTNR1B Type 2 Diabetes Risk Variant on Glucose Tolerance and Insulin Secretion: A Randomized Crossover Trial. *Diabetes Care*. 2022;45(3):512-519. doi:10.2337/dc21-1314.

- Kraus WE, Bhapkar M, Huffman KM, et al.; CALERIE Investigators. 2 years of calorie restriction and cardiometabolic risk (CALERIE): exploratory outcomes of a multicentre, phase 2, randomised controlled trial. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2019;7(9):673-683. doi:10.1016/S2213-8587(19)30151-2.
- Camps SGJA, Verhoef SPM, Westerterp KR. Weight loss, weight maintenance, and adaptive thermogenesis. *Am J Clin Nutr*. 2013;97(5):990-994. doi:10.3945/ajcn.112.050310.
- Fothergill E, Guo J, Howard L, et al. Persistent metabolic adaptation 6 years after "The Biggest Loser" competition. *Obesity (Silver Spring)*. 2016;24(8):1612-1619. doi:10.1002/oby.21538.
- Wilding JPH, Batterham RL, Calanna S, et al.; STEP 1 Study Group. Once-Weekly Semaglutide in Adults with Overweight or Obesity. *N Engl J Med*. 2021;384(11):989-1002. doi:10.1056/NEJMoa2032183.
- Wilding JPH, Batterham RL, Davies M, et al.; STEP 1 Study Group. Weight regain and cardiometabolic effects after withdrawal of semaglutide: The STEP 1 trial extension. *Diabetes Obes Metab*. 2022;24(8):1553-1564. doi:10.1111/dom.14725.
- Jastreboff AM, Aronne LJ, Ahmad NN, et al.; SURMOUNT-1 Investigators. Tirzepatide Once Weekly for the Treatment of Obesity. *N Engl J Med*. 2022;387(3):205-216. doi:10.1056/NEJMoa2206038.
- Filippatos TD, Derdemezis CS, Gazi IF, Nakou ES, Mikhailidis DP, Elisaf MS. Orlistat-associated adverse effects and drug interactions: a critical review. *Drug Saf.* 2008;31(1):53-65. doi:10.2165/00002018-200831010-00005.
- Eisenberg D, Shikora SA, Aarts E, et al. 2022 American Society for Metabolic and Bariatric Surgery (ASMBS) and International Federation for the Surgery of Obesity and Metabolic Disorders (IFSO): Indications for Metabolic and Bariatric Surgery. *Surg Obes Relat Dis*. 2022;18(12):1345-1356. doi:10.1016/j.soard.2022.08.013.
- Hernandez TL, Kittelson JM, Law CK, et al. Fat redistribution following suction lipectomy: defense of body fat and patterns of restoration. *Obesity (Silver Spring)*. 2011;19(7):1388-1395. doi:10.1038/oby.2011.64.
- Benatti F, Solis M, Artioli G, et al. Liposuction induces a compensatory increase of visceral fat which is effectively counteracted by physical activity: a randomized trial. *J Clin Endocrinol Metab*. 2012;97(7):2388-2395. doi:10.1210/jc.2012-1012.
- Cooper JA, Tokar T. A prospective study on vacation weight gain in adults. *Physiol Behav*. 2016;156:43-47. doi:10.1016/j.physbeh.2015.12.028.
- Rolls BJ, Van Duijvenvoorde PM, Rolls ET. Pleasantness changes and food intake in a varied four-course meal. *Appetite*. 1984;5(4):337-348. doi:10.1016/S0195-6663(84)80006-9.
- Stubbs RJ, Johnstone AM, Mazlan N, Mbaiwa SE, Ferris S. Effect of altering the variety of sensorially distinct foods, of the same macronutrient content, on food intake and body weight in men. *Eur J Clin Nutr*. 2001;55(1):19-28. doi:10.1038/sj.ejcn.1601117.
- Brondel L, Romer M, Van Wymelbeke V, et al. Variety enhances food intake in humans: role of sensory-specific satiety. *Physiol Behav*. 2009;97(1):44-51. doi:10.1016/j.physbeh.2009.01.019.
- Kelly MT, Wallace JMW, Robson PJ, et al. Increased portion size leads to a sustained increase in energy intake over 4 d in normal-weight and overweight men and women. *Br J Nutr*. 2009;102(3):470-477. doi:10.1017/S0007114508201960.
- Cunningham PM, Roe LS, Keller KL, Rolls BJ. Variety and portion size combine to increase food intake at single-course and multi-course meals. *Appetite*. 2023;191:107089. doi:10.1016/j.appet.2023.107089.
- Long JW, Cunningham PM, Keller KL, Rolls BJ, Masterson TD. Food variety affects food selection and variety-seeking behaviors in an immersive virtual reality food buffet. *Appetite*. 2026;221:108484. doi:10.1016/j.appet.2026.108484.
- Sagayama H, Shizuma K, Toguchi M, et al. Effect of the Health Tourism weight loss programme on body composition and health outcomes in healthy and excess-weight adults. *Br J Nutr*. 2018;119(10):1133-1141. doi:10.1017/S0007114518000582.
- Sanchez A, Reeser JL, Lau HS, et al. Role of sugars in human neutrophilic phagocytosis. *American Journal of Clinical Nutrition*. 1973;26(11):1180-1184. doi:10.1093/ajcn/26.11.1180.
- Perner A, Nielsen SE, Rask-Madsen J. High glucose impairs superoxide production from isolated blood neutrophils. *Intensive Care Medicine*. 2003;29(4):642-645. doi:10.1007/s00134-002-1628-4.
- Stegenga ME, van der Crabben SN, Blümer RME, et al. Hyperglycemia enhances coagulation and reduces neutrophil degranulation, whereas hyperinsulinemia inhibits fibrinolysis during human endotoxemia. *Blood*. 2008;112(1):82-89. doi:10.1182/blood-2007-11-121723.
- Spindler MP, Ho AM, Tridgell D, et al. Acute hyperglycemia impairs IL-6 expression in humans. *Immunity, Inflammation and Disease*. 2016;4(1):91-97. doi:10.1002/iid3.97.

Poglavlje Alkohol, kafa i nikotin

- Ettinger, P. O., Wu, C. F., De La Cruz, C., Jr., et al. (1978). Arrhythmias and the "Holiday Heart": Alcohol-associated cardiac rhythm disorders. *American Heart Journal,* 95(5), 555-562. doi: 10.1016/0002-8703(78)90296-X.
- Marcus, G. M., Vittinghoff, E., Whitman, I. R., et al. (2021). Acute consumption of alcohol and discrete atrial fibrillation events. *Annals of Internal Medicine*, 174(11), 1503-1509. doi: 10.7326/M21-0228.
- Brunner, S., Krewitz, C., Winter, R., et al. (2024). Acute alcohol consumption and arrhythmias in young adults: The MunichBREW II study. *European Heart Journal*, 45(46), 4938-4949. doi: 10.1093/eurheartj/ehae695.
- Marcus, G. M., Dukes, J. W., Vittinghoff, E., et al. (2021). A randomized, double-blind, placebo-controlled trial of intravenous alcohol to assess changes in atrial electrophysiology. *JACC: Clinical Electrophysiology*, 7(5), 662-670. doi: 10.1016/j.jacep.2020.11.026.
- American Heart Association. (2025). *Get the scoop on sodium and salt*. Ažurirano 11. septembra 2025. godine.
- American Heart Association. (2025). *Lifestyle changes for heart failure*. Ažurirano 16. juna 2025. godine.
- Mohammad, M. A., Karlsson, S., Haddad, J., et al. (2018). Christmas, national holidays, sport events, and time factors as triggers of acute myocardial infarction: SWEDEHEART observational study 1998-2013. *BMJ, 363*, k4811. doi: 10.1136/bmj.k4811.
- Phillips, D. P., Jarvinen, J. R., Abramson, I. S., & Phillips, R. R. (2004). Cardiac mortality is higher around Christmas and New Year's than at any other time: The holidays as a risk factor for death. *Circulation, 110*(25), 3781-3788. doi: 10.1161/01.CIR.0000151424.02045.F7.
- International Coffee Organization. *Coffee Market Report, August 2026*. London: ICO; 2026.
- U.S. Department of Agriculture, Foreign Agricultural Service. *Brazil: Coffee Annual.* GAIN Report BR2025-0013. Washington, DC: USDA; 2025.

- Eurostat. *Happy International Coffee Day!* Luxembourg: European Commission; 2024.
- UNESCO. *Turkish Coffee Culture and Tradition*. Representative List of the Intangible Cultural Heritage of Humanity; 2013.
- UNESCO World Heritage Centre. *Coffee Cultural Landscape of Colombia*. World Heritage List No. 1121; 2011.
- Nguyen LP, Dung HP. Examining the component and importance of authenticity in coffee tourism: a mixed-method study. *Consumer Behavior in Tourism and Hospitality*. 2025;20(4):598-611. doi:10.1108/CBTH-09-2024-0300.
- EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies. Scientific opinion on the safety of caffeine. *EFSA Journal.* 2015;13(5):4102. doi:10.2903/j.efsa.2015.4102.
- Einöther SJL, Giesbrecht T. Caffeine as an attention enhancer: reviewing existing assumptions. *Psychopharmacology*. 2013;225:251-274.
- Gardiner C, Weakley J, Burke LM, et al. The effect of caffeine on subsequent sleep: a systematic review and meta-analysis. *Sleep Medicine Reviews*. 2023;69:101764. doi:10.1016/j.smrv.2023.101764.
- Poole R, Kennedy OJ, Roderick P, Fallowfield JA, Hayes PC, Parkes J. Coffee consumption and health: umbrella review of meta-analyses of multiple health outcomes. *BMJ*. 2017;359:j5024. doi:10.1136/bmj.j5024.
- Orrje E, Fristedt R, Rosqvist F, Landberg R, Iggman D. Cafestol and kahweol concentrations in workplace machine coffee compared with conventional brewing methods. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*. 2025;35(8):103933. doi:10.1016/j.numecd.2025.103933.
- Morck TA, Lynch SR, Cook JD. Inhibition of food iron absorption by coffee. *American Journal of Clinical Nutrition*. 1983;37(3):416-420. doi:10.1093/ajcn/37.3.416.
- Zimmermann MB, et al. Effect of dietary factors and time of day on iron absorption from oral iron supplements in iron-deficient women. *American Journal of Hematology*. 2023;98(9):1366-1374.
- Asbaghi O, et al. The effect of green coffee extract supplementation on anthropometric measures in adults: a systematic review and dose-response meta-analysis of randomized clinical trials. *Complementary Therapies in Medicine*. 2020;51:102424. doi:10.1016/j.ctim.2020.102424.
- Benowitz NL. Nicotine addiction. *N Engl J Med*. 2010;362(24):2295-2303. doi:10.1056/NEJMra0809890.
- U.S. Department of Health and Human Services. *E-Cigarette Use Among Youth and Young Adults: A Report of the Surgeon General*. Atlanta, GA: Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, Office on Smoking and Health; 2016.
- St Helen G, Jacob P III, Nardone N, Benowitz NL. IQOS: examination of Philip Morris International's claim of reduced exposure. *Tob Control.* 2018;27(Suppl 1):s30-s36. doi:10.1136/tobaccocontrol-2018-054321.
- Salman R, Talih S, El-Hage R, et al. Free-base and total nicotine, reactive oxygen species, and carbonyl emissions from IQOS, a heated tobacco product. *Nicotine Tob Res*. 2019;21(9):1285-1288. doi:10.1093/ntr/nty235.
- Leigh NJ, Page MK, Robinson DL, Heldwein SD, O'Connor RJ, Goniewicz ML. Nicotine, humectants, and tobacco-specific nitrosamines in IQOS heated tobacco products: a cross-country study. *Toxics*. 2024;12(3):180. doi:10.3390/toxics12030180.
- U.S. Food and Drug Administration. FDA renews authorization for five IQOS products to be marketed with exposure modification claims. FDA; 2026.
- Davigo M, Scala M, Turina A, et al. Short-term cardiovascular effects and puffing behavior of exclusive heated tobacco product users: a quasi-experimental study. *Tob Induc Dis*. 2026;24:119. doi:10.18332/tid/222366.
- Lyytinen G, Melnikov G, Brynedal A, et al. Use of heated tobacco products (IQOS) causes an acute increase in arterial stiffness and platelet thrombus formation. *Atherosclerosis*. 2024;390:117335. doi:10.1016/j.atherosclerosis.2023.117335.
- Sleiman M, Logue JM, Montesinos VN, et al. Emissions from electronic cigarettes: key parameters affecting the release of harmful chemicals. *Environ Sci Technol*. 2016;50(17):9644-9651. doi:10.1021/acs.est.6b01741.
- Olmedo P, Goessler W, Tanda S, et al. Metal concentrations in e-cigarette liquid and aerosol samples: the contribution of metallic coils. *Environ Health Perspect*. 2018;126(2):027010. doi:10.1289/EHP2175.
- Sherwood CL, Boitano S. Airway epithelial cell exposure to distinct e-cigarette liquid flavorings reveals toxicity thresholds and activation of CFTR by the chocolate flavoring 2,5-dimethylpyrazine. *Respir Res*. 2016;17(1):57. doi:10.1186/s12931-016-0369-9.
- Leventhal AM, Madden DR, Peraza N, et al. Effect of exposure to e-cigarettes with salt versus free-base nicotine on the appeal and sensory experience of vaping: a randomized clinical trial. *JAMA Netw Open.* 2021;4(1):e2032757. doi:10.1001/jamanetworkopen.2020.32757.
- Hajek P, Pittaccio K, Pesola F, et al. Nicotine delivery and users' reactions to Juul compared with cigarettes and other e-cigarette products. *Addiction*. 2020;115(6):1141-1148. doi:10.1111/add.14936.
- Falarowski C, Pieper E, Rabenstein A, et al. Disposable e-cigarettes and their nicotine delivery, usage pattern, and subjective effects in occasionally smoking adults. *Sci Rep*. 2025;15:16270. doi:10.1038/s41598-025-97491-5.
- Xie W, Kathuria H, Galiatsatos P, et al. Association of electronic cigarette use with incident respiratory conditions among US adults from 2013 to 2018. *JAMA Netw Open*. 2020;3(11):e2020816. doi:10.1001/jamanetworkopen.2020.20816.
- Reidel B, Radicioni G, Clapp PW, et al. E-cigarette use causes a unique innate immune response in the lung, involving increased neutrophilic activation and altered mucin secretion. *Am J Respir Crit Care Med*. 2018;197(4):492-501. doi:10.1164/rccm.201708-1590OC.
- Ghosh A, Coakley RD, Ghio AJ, et al. Chronic e-cigarette use increases neutrophil elastase and matrix metalloprotease levels in the lung. *Am J Respir Crit Care Med*. 2019;200(11):1392-1401. doi:10.1164/rccm.201903-0615OC.
- Hariri LP, Flashner BM, Kanarek DJ, et al. E-cigarette use, small airway fibrosis, and constrictive bronchiolitis. *NEJM Evid*. 2022;1(6):EVIDoa2100051. doi:10.1056/EVIDoa2100051.
- Blount BC, Karwowski MP, Shields PG, et al. Vitamin E acetate in bronchoalveolar-lavage fluid associated with EVALI. *N Engl J Med*. 2020;382(8):697-705. doi:10.1056/NEJMoa1916433.
- Lyytinen G, Brynedal A, Anesäter E, et al. Electronic cigarette vaping with nicotine causes increased thrombogenicity and impaired microvascular function in healthy volunteers: a randomised clinical trial. *Cardiovasc Toxicol*. 2023;23(7-8):255-264. doi:10.1007/s12012-023-09802-9.

- Mohammadi L, Han DD, Xu F, et al. Chronic e-cigarette use impairs endothelial function on the physiological and cellular levels. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 2022;42(11):1333-1350. doi:10.1161/ATVBAHA.121.317749.
- Qiu H, Zhang H, Han DD, et al. Increased vulnerability to atrial and ventricular arrhythmias caused by different types of inhaled tobacco or marijuana products. *Heart Rhythm*. 2023;20(1):76-86. doi:10.1016/j.hrthm.2022.09.021.
- Vogel EA, Prochaska JJ, Ramo DE, Andres J, Rubinstein ML. Adolescents' e-cigarette use: increases in frequency, dependence, and nicotine exposure over 12 months. *J Adolesc Health.* 2019;64(6):770-775. doi:10.1016/j.jadohealth.2019.02.019.
- Lechner WV, Janssen T, Kahler CW, Audrain-McGovern J, Leventhal AM. Bi-directional associations of electronic and combustible cigarette use onset patterns with depressive symptoms in adolescents. *Prev Med*. 2017;96:73-78. doi:10.1016/j.ypmed.2016.12.034.
- Berry KM, Fetterman JL, Benjamin EJ, et al. Association of electronic cigarette use with subsequent initiation of tobacco cigarettes in US youths. *JAMA Netw Open*. 2019;2(2):e187794. doi:10.1001/jamanetworkopen.2018.7794.
- O'Brien D, Long J, Quigley J, Lee C, McCarthy A, Kavanagh P. Association between electronic cigarette use and tobacco cigarette smoking initiation in adolescents: a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*. 2021;21:954. doi:10.1186/s12889-021-10935-1.
- Jasper AE, Faniyi AA, Davis LC, et al. E-cigarette vapor renders neutrophils dysfunctional due to filamentous actin accumulation. *J Allergy Clin Immunol*. 2024;153(1):320-329.e8. doi:10.1016/j.jaci.2023.08.025.
- Rebuli ME, Glista-Baker E, Hoffman JR, et al. Electronic-cigarette use alters nasal mucosal immune response to live-attenuated influenza virus: a clinical trial. *Am J Respir Cell Mol Biol.* 2021;64(1):126-137. doi:10.1165/rcmb.2020-0164OC.
- Pushalkar S, Paul B, Li Q, et al. Electronic cigarette aerosol modulates the oral microbiome and increases risk of infection. *iScience*. 2020;23(3):100884. doi:10.1016/j.isci.2020.100884.
- Regan AK, Bombard JM, O'Hegarty MM, Smith RA, Tong VT. Adverse birth outcomes associated with prepregnancy and prenatal electronic cigarette use. *Obstet Gynecol.* 2021;138(1):85-94. doi:10.1097/AOG.0000000000004432.
- Zhang Z, Jiao Z, Blaha MJ, et al. The association between e-cigarette use and prediabetes: results from the Behavioral Risk Factor Surveillance System, 2016-2018. *Am J Prev Med*. 2022;62(6):872-877. doi:10.1016/j.amepre.2021.12.009.
- Govindarajan P, Spiller HA, Casavant MJ, Chounthirath T, Smith GA. E-cigarette and liquid nicotine exposures among young children. *Pediatrics*. 2018;141(5):e20173361. doi:10.1542/peds.2017-3361.
- Noble MJ, Longstreet B, Hendrickson RG, Gerona R. Unintentional pediatric ingestion of electronic cigarette nicotine refill liquid necessitating intubation. *Ann Emerg Med*. 2017;69(1):94-97. doi:10.1016/j.annemergmed.2016.08.448.
- Goniewicz ML, Smith DM, Edwards KC, et al. Comparison of nicotine and toxicant exposure in users of electronic cigarettes and combustible cigarettes. *JAMA Netw Open*. 2018;1(8):e185937. doi:10.1001/jamanetworkopen.2018.5937.

Poglavlje Radiofrekventno zračenje i mogući zdravstveni efekti

- International Commission on the Biological Effects of Electromagnetic Fields (ICBE-EMF). (2022). Scientific evidence invalidates health assumptions underlying the FCC and ICNIRP exposure limit determinations for radiofrequency radiation: *Implications for 5G. Environmental Health, 21*(1), 92. https://doi.org/10.1186/s12940-022-00900-9
- Hardell, L. (2017). World Health Organization, radiofrequency radiation and health - A hard nut to crack (Review). *International Journal of Oncology, 51*(2), 405-413. https://doi.org/10.3892/ijo.2017.4046
- Goldsmith, J. R. (1995). Epidemiologic evidence of radiofrequency radiation (microwave) effects on health in military, broadcasting, and occupational studies. *Occupational and Environmental Health, 1*(1), 47-57. https://doi.org/10.1179/oeh.1995.1.1.47
- Akdag, M. Z., Dasdag, S., Canturk, F., Karabulut, D., Caner, Y., & Adalier, N. (2016). Does prolonged radiofrequency radiation emitted from Wi-Fi devices induce DNA damage in various tissues of rats? *Journal of Chemical Neuroanatomy, 75,* 116-122.
- Yakymenko, I., Tsybulin, O., Sidorik, E., Henshel, D., Kyrylenko, O., & Kyrylenko, S. (2016). Oxidative mechanisms of biological activity of low-intensity radiofrequency radiation. *Electromagnetic Biology and Medicine, 35*(2), 186-202.
- Bektas, H., & Dasdag, S. (2025). Radiofrequency radiation and Alzheimer's disease: Harmful and therapeutic implications. *International Journal of Radiation Biology, 101*(4), 559-571. https://doi.org/10.1080/09553002.2025.2481854.
- Waldmann-Selsam, C., Balmori-de la Puente, A., Breunig, H., & Balmori, A. (2016). Radiofrequency radiation injures trees around mobile phone base stations. *Science of the Total Environment, 572,* 554-569. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.08.045.
- Melnick RL, Moskowitz JM, Héroux P, Mallery-Blythe E, McCredden JE, Herbert M, et al. The WHO-commissioned systematic reviews on health effects of radiofrequency radiation provide no assurance of safety. *Environmental Health*. 2025;24:70. doi:10.1186/s12940-025-01220-4.
- Grimes DR. Radiofrequency Radiation and Cancer: A Review. *JAMA Oncology*. 2021. doi:10.1001/jamaoncol.2021.5964.
- Egger I, Lei SI, Wassler P. Digital free tourism - An exploratory study of tourist motivations. *Tourism Management*. 2020;79:104098. doi:10.1016/j.tourman.2020.104098.
- Cai W, McKenna B, Waizenegger L. Turning it off: Emotions in digital-free travel. *Journal of Travel Research*. 2020;59(5):909-927. doi:10.1177/0047287519868314.
- Jiang Y, Balaji MS. Getting unwired: What drives travellers to take a digital detox holiday? *Tourism Recreation Research*. 2022;47(5-6):453-469. doi:10.1080/02508281.2021.1889801.
- Kirillova K, Wang D. Smartphone (dis)connectedness and vacation recovery. *Annals of Tourism Research*. 2016;61:157-169. doi:10.1016/j.annals.2016.10.005.
- Castelo N, et al. Blocking mobile internet on smartphones improves sustained attention, mental health, and subjective well-being. *PNAS Nexus*. 2025;4(2):pgaf017.
- Radtke T, Apel T, Schenkel K, Keller J, von Lindern E. Digital detox: An effective solution in the smartphone era? A systematic literature review. *Mobile Media & Communication*. 2022;10(2):190-215. doi:10.1177/20501579211028647.

Poglavlje Talasoterapija i boravak na moru

- Antonelli M, Donelli D. A narrative review of thalassotherapy and the health benefits of seawater and coastal climates. *Int J Biometeorol*. 2025. doi:10.1007/s00484-024-02840-0.
- Blank C, Gatterer K, Leichtfried V, et al. Short vacation improves stress-level and well-being in German-speaking middle-managers: a randomized controlled trial. *Int J Environ Res Public Health*. 2018;15(1):130. doi:10.3390/ijerph15010130.
- de Bloom J, Kompier M, Geurts S, de Weerth C, Taris T, Sonnentag S. Do we recover from vacation? Meta-analysis of vacation effects on health and well-being. *J Occup Health*. 2009;51(1):13-25. doi:10.1539/joh.K8004.
- Katz U, Shoenfeld Y, Zakin V, Sherer Y, Sukenik S. Scientific evidence of the therapeutic effects of Dead Sea treatments: a systematic review. *Semin Arthritis Rheum*. 2012;42(2):186-200. doi:10.1016/j.semarthrit.2012.02.006.
- Emmanuel T, Lybæk D, Johansen C, Iversen L. Effect of Dead Sea climatotherapy on psoriasis: a prospective cohort study. *Front Med*. 2020;7:83. doi:10.3389/fmed.2020.00083.
- Harari M, Novack L, Barth J, David M, Friger M, Moses SW. The percentage of patients achieving PASI 75 after one month and remission time after climatotherapy at the Dead Sea. *Int J Dermatol*. 2007;46(10):1087-1091. doi:10.1111/j.1365-4632.2007.03278.x.
- Proksch E, Nissen HP, Bremgartner M, Urquhart C. Bathing in a magnesium-rich Dead Sea salt solution improves skin barrier function, enhances skin hydration, and reduces inflammation in atopic dry skin. *Int J Dermatol*. 2005;44(2):151-157. doi:10.1111/j.1365-4632.2005.02079.x.
- Kramer MR, Springer C, Berkman N, et al. Effect of natural oxygen enrichment at low altitude on oxygen-dependent patients with end-stage lung disease. *Ann Intern Med*. 1994;121(9):658-662. doi:10.7326/0003-4819-121-9-199411010-00005.
- Paran E, Neuman L, Sukenik S. Blood pressure changes at the Dead Sea, a low altitude area. *J Hum Hypertens*. 1998;12(8):551-555. doi:10.1038/sj.jhh.1000663.
- Friedman M, Vidyasagar R, Joseph N. A randomized, prospective, double-blind study on the efficacy of Dead Sea salt nasal irrigations. *Laryngoscope*. 2006;116(6):878-882. doi:10.1097/01.mlg.0000216798.10007.76.
- Verhagen AP, Bierma-Zeinstra SMA, Boers M, et al. Balneotherapy for rheumatoid arthritis. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015;(4):CD000518. doi:10.1002/14651858.CD000518.pub2.
- World Health Organization. *Guidelines on Recreational Water Quality. Volume 1: Coastal and Fresh Waters*. Geneva: WHO; 2021.
- Centers for Disease Control and Prevention. Clinical signs and symptoms caused by saltwater harmful algal blooms. CDC; 2025.

Poglavlje Sunčevo zračenje, fotoprotekcija i održivost

- World Health Organization. Ultraviolet radiation. Geneva: World Health Organization; 2022.
- World Meteorological Organization. Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2022. GAW Report No. 278. Geneva: WMO; 2022.
- Bais AF, Bernhard G, McKenzie RL, Aucamp PJ, Young PJ, Ilyas M, Jöckel P, Deushi M. Ozone-climate interactions and effects on solar ultraviolet radiation. *Photochemical & Photobiological Sciences*. 2019;18(3):602-640. doi: 10.1039/C8PP90059K.
- Lucas RM, Yazar S, Young AR, et al. Human health in relation to exposure to solar ultraviolet radiation under changing stratospheric ozone and climate. *Photochemical & Photobiological Sciences*. 2019;18(3):641-680. doi: 10.1039/C8PP90060D.
- Webb AR, DeCosta BR, Holick MF. Sunlight regulates the cutaneous production of vitamin D3 by causing its photodegradation. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 1989;68(5):882-887. doi: 10.1210/jcem-68-5-882.
- Kemény L, Varga E, Novak Z. Advances in phototherapy for psoriasis and atopic dermatitis. *Expert Review of Clinical Immunology*. 2019;15(11):1205-1214. doi: 10.1080/1744666X.2020.1672537.
- Cole C, Shyr T, Ou-Yang H. Metal oxide sunscreens protect skin by absorption, not by reflection or scattering. *Photodermatology, Photoimmunology & Photomedicine*. 2016;32(1):5-10. doi: 10.1111/phpp.12214.
- International Organization for Standardization. ISO 24444:2019. Cosmetics — Sun protection test methods — In vivo determination of the sun protection factor (SPF). Geneva: ISO; 2019.
- International Organization for Standardization. ISO 24443:2021. Cosmetics — Determination of sunscreen UVA photoprotection in vitro. Geneva: ISO; 2021.
- Matta MK, Florian J, Zusterzeel R, et al. Effect of sunscreen application on plasma concentration of sunscreen active ingredients: a randomized clinical trial. *JAMA*. 2020;323(3):256-267. doi: 10.1001/jama.2019.20747.
- Greco A, Franchi E, Denegri M, et al. Thyroid disrupting effects of exposure to sunscreens: in vitro and in vivo evidence of the impact of organic UV-filters. *Environmental Health*. 2025;24:77. doi: 10.1186/s12940-025-01229-9.
- Mitchelmore CL, Burns EE, Conway A, Heyes A, Davies IA. A critical review of organic ultraviolet filter exposure, hazard, and risk to corals. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 2021;40(4):967-988. doi: 10.1002/etc.4948.
- Yarosh D, Klein J, O'Connor A, Hawk J, Rafal E, Wolf P. Effect of topically applied T4 endonuclease V in liposomes on skin cancer in xeroderma pigmentosum: a randomised study. *The Lancet*. 2001;357(9260):926-929. doi: 10.1016/S0140-6736(00)04214-8.
- European Commission. Commission Regulation (EU) 2022/1176 of 7 July 2022 amending Annex VI to Regulation (EC) No 1223/2009 as regards the use of Benzophenone-3 and Octocrylene in cosmetic products. *Official Journal of the European Union*. 2022.
- European Commission. Commission Regulation (EU) 2022/2195 of 10 November 2022 as regards the use of Butylated Hydroxytoluene, Acid Yellow 3, Homosalate and HAA299 in cosmetic products. *Official Journal of the European Union*. 2022.
- European Commission. Commission Regulation (EU) 2024/996 of 3 April 2024 amending Regulation (EC) No 1223/2009 as regards vitamin A, alpha-arbutin, arbutin and certain substances with potential endocrine-disrupting properties in cosmetic products. *Official Journal of the European Union*. 2024.
- Green A, Williams G, Neale R, et al. Daily sunscreen application and betacarotene suppleme-ntation in prevention of basal-cell and squamous-cell carcinomas of the skin: a randomised controlled trial. *The Lancet*. 1999;354(9180):723-729. doi: 10.1016/S0140-6736(98)12168-2.
- Green AC, Williams GM, Logan V, Strutton GM. Reduced melanoma after regular sunscreen use: randomized trial follow-up. *Journal of Clinical Oncology*. 2011;29(3):257-263. doi: 10.1200/JCO.2010.28.7078.

- Hughes MCB, Williams GM, Baker P, Green AC. Sunscreen and prevention of skin aging: a randomized trial. *Annals of Internal Medicine*. 2013;158(11):781-790. doi: 10.7326/0003-4819-158-11-201306040-00002.
- Downs CA, Kramarsky-Winter E, Segal R, et al. Toxicopathological effects of the sunscreen UV filter, oxybenzone (benzophenone-3), on coral planulae and cultured primary cells and its environmental contamination in Hawaii and the U.S. Virgin Islands. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. 2016;70(2):265-288. doi: 10.1007/s00244-015-0227-7.
- Downs CA, Bishop E, Diaz-Cruz MS, et al. Oxybenzone contamination from sunscreen pollution and its ecological threat to Hanauma Bay, Oahu, Hawaii, U.S.A. *Chemosphere*. 2022;291:132880. doi: 10.1016/j.chemosphere.2021.132880.
- Gandini S, Sera F, Cattaruzza MS, Pasquini P, Picconi O, Boyle P, Melchi CF. Meta-analysis of risk factors for cutaneous melanoma: II. Sun exposure. *European Journal of Cancer*. 2005;41(1):45-60. doi: 10.1016/j.ejca.2004.10.016.
- Blumthaler M, Ambach W, Ellinger R. Increase in solar UV radiation with altitude. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*. 1997;39(2):130-134. doi: 10.1016/S1011-1344(96)00018-8.

Poglavlje Ekstremne vrućine kao zdravstveni izazovi

- Chaseling GK, Iglesies-Grau J, Juneau M, Nigam A, Kaiser D, Gagnon D. Extreme Heat and Cardiovascular Health: What a Cardiovascular Health Professional Should Know. *Canadian Journal of Cardiology*. 2021;37:1828-1836. doi:10.1016/j.cjca.2021.08.008.
- Wee J, Tan XR, Gunther SH, Ihsan M, Leow MKS, Tan DSY, Eriksson JG, Lee JKW. Effects of Medications on Heat Loss Capacity in Chronic Disease Patients: Health Implications Amidst Global Warming. *Pharmacological Reviews*. 2023;75(6):1140-1166. doi:10.1124/pharmrev.122.000782.
- Jaswal P, Rana D, Chaudhary R, Basu J, Bansal N, Gupta S, Bansal S. Heat waves and health crises: The unseen threat of heat stress on multiple organ systems. *Journal of Thermal Biology*. 2026;136:104375. doi:10.1016/j.jtherbio.2026.104375.
- Alahmad B, Kessler W, Alwadi Y, Schwartz J, Wagner GR, Michaels D. A nationwide analysis of heat and workplace injuries in the United States. *Environmental Health*. 2025;24(1):65. doi:10.1186/s12940-025-01231-1.
- Jay O, Capon A, Berry P, Broderick C, de Dear R, Havenith G, Honda Y, Kovats RS, Ma W, Malik A, Morris NB, Nybo L, Seneviratne SI, Vanos J, Ebi KL. Reducing the health effects of hot weather and heat extremes: from personal cooling strategies to green cities. *Lancet*. 2021;398:709-724. doi:10.1016/S0140-6736(21)01209-5.
- Turkar A, Aggarwal S, Purkayastha K, Kumar RS, Agarwal P, Dhiman V, Naaz F, Agnihotri I, Pati S. Adaptation and mitigation approaches to reduce heat-related health risks: An overview of systematic reviews. *Environmental Research*. 2026;125055. doi:10.1016/j.envres.2026.125055.
- Zhu Z, Ji B, Tian J, Yin P. Heat exposure and respiratory diseases health outcomes: An umbrella review. *Science of the Total Environment*. 2025;970:179052. doi:10.1016/j.scitotenv.2025.179052.

Poglavlje Velika nadmorska visina kao zdravstveni činilac

- Luks, A. M., Beidleman, B. A., Freer, L., et al. (2024). Wilderness Medical Society clinical practice guidelines for the prevention, diagnosis, and treatment of acute altitude illness: 2024 update. *Wilderness & Environmental Medicine, 35*(1 Suppl), 2S-19S. doi: 10.1016/j.wem.2023.05.013.
- Hackett, P. H., & Shlim, D. R. (2025). High-altitude travel and altitude illness. In *CDC Yellow Book 2026: Health Information for International Travel*. Centers for Disease Control and Prevention.
- Luks, A. M., & Hackett, P. H. (2022). Medical conditions and high-altitude travel. *New England Journal of Medicine*, 386(4), 364-373. doi: 10.1056/NEJMra2104829.
- Viscor, G., Corominas, J., & Carceller, A. (2023). Nutrition and hydration for high-altitude alpinism: A narrative review. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 20*(4), 3186. doi: 10.3390/ijerph20043186.
- Karpęcka-Gałka, E., & Frączek, B. (2024). Nutrition, hydration and supplementation considerations for mountaineers in high-altitude conditions: A narrative review. *Frontiers in Sports and Active Living, 6*, 1435494. doi: 10.3389/fspor.2024.1435494.
- Gatterer, H., et al. (2023). Changes in body mass, appetite-related hormones, and appetite sensation in women during 4 days of hypobaric hypoxic exposure equivalent to 3,500-m altitude. *Journal of Applied Physiology, 134*(1), 133-141. doi: 10.1152/japplphysiol.00369.2022.
- McKenna, Z. J., Gorini Pereira, F., Gillum, T. L., Amorim, F. T., Deyhle, M. R., & Mermier, C. M. (2022). High-altitude exposures and intestinal barrier dysfunction. American Journal of Physiology-Regulatory, *Integrative and Comparative Physiology, 322*(3), R192-R203. doi: 10.1152/ajpregu.00270.2021.
- Karpęcka-Gałka, E., Mazur-Kurach, P., Szyguła, Z., & Frączek, B. (2023). Diet, supplementation and nutritional habits of climbers in high mountain conditions. *Nutrients, 15*(19), 4219. doi: 10.3390/nu15194219.
- Bradbury, K. E., Berryman, C. E., Wilson, M. A., et al. (2020). Effects of carbohydrate supplementation on aerobic exercise performance during acute high-altitude exposure and after 22 days of acclimatization and energy deficit. *Journal of the International Society of Sports Nutrition, 17*, 4. doi: 10.1186/s12970-020-0335-2.
- Bennett, B. L., Hew-Butler, T., Rosner, M. H., Myers, T., & Lipman, G. S. (2020). Wilderness Medical Society clinical practice guidelines for the management of exercise-associated hyponatremia: 2019 update. *Wilderness & Environmental Medicine, 31*(1), 50-62. doi: 10.1016/j.wem.2019.11.003.
- Casikar, V., Mujica, E., Mongelli, M., et al. (2010). Does chewing coca leaves influence physiology at high altitude? *Indian Journal of Clinical Biochemistry, 25*(3), 311-314. doi:10.1007/s12291-010-0059-1.
- Caravedo, M. A., Mozo, K., Morales, M. L., et al. (2022). Risk factors for acute mountain sickness in travellers to Cusco, Peru: Coca leaves, obesity and sex. *Journal of Travel Medicine, 29*(5), taab102. doi:10.1093/jtm/taab102.
- World Health Organization. (2025a). *Critical review report: Coca leaf*. 48th Expert Committee on Drug Dependence, Geneva, 20-22 October 2025. Agenda item 3.1.1.
- Favier, R., Caceres, E., Koubi, H., et al. (1996). Effects of coca chewing on hormonal and metabolic responses during prolonged submaximal exercise. *Journal of Applied Physiology, 80*(2), 650-655. doi:10.1152/jappl.1996.80.2.650.

- Spielvogel, H., Caceres, E., Koubi, H., et al. (1996). Effects of coca chewing on metabolic and hormonal changes during graded incremental exercise to maximum. *Journal of Applied Physiology, 80*(2), 643-649. doi:10.1152/jappl.1996.80.2.643.
- Hackett, P. H., & Shlim, D. R. (2025). High-altitude travel and altitude illness. In *CDC Yellow Book 2026: Health Information for International Travel.* Centers for Disease Control and Prevention.
- World Health Organization. (2025b). *WHO Expert Committee concludes critical review of coca leaf, recommends maintaining current controls*.
- Feisthauer, E., Ameline, A., Gheddar, L., et al. (2022). Analysis of cocaine and its metabolites in urine after consumption of coca tea by five subjects and subsequent hair testing. *Journal of Analytical Toxicology, 46*(1), 108-113. doi:10.1093/jat/bkaa190.
- National Center for Complementary and Integrative Health. (2022). *Kratom*. National Institutes of Health.
- Kruegel, A. C., Uprety, R., Grinnell, S. G., et al. (2019). 7-Hydroxymitragynine is an active metabolite of mitragynine and a key mediator of its analgesic effects. *ACS Central Science, 5*(6), 992-1001. doi:10.1021/acscentsci.9b00141.
- Vicknasingam, B., Chooi, W. T., Rahim, A. A., et al. (2020). Kratom and pain tolerance: A randomized, placebo-controlled, double-blind study. *Yale Journal of Biology and Medicine, 93*(2), 229-238.
- Singh, D., Müller, C. P., & Vicknasingam, B. K. (2014). Kratom (Mitragyna speciosa) dependence, withdrawal symptoms and craving in regular users. *Drug and Alcohol Dependence, 139*, 132-137. doi:10.1016/j.drugalcdep.2014.03.017.
- U.S. Food and Drug Administration. (2025). *FDA takes steps to restrict 7-OH opioid products threatening American consumers*.

Poglavlje Balneoterapija i termomineralne vode

- National Park Service. Hot Springs and Geothermal Features. 2020.
- Fioravanti A, Cantarini L, Guidelli GM, Galeazzi M. Mechanisms of action of spa therapies in rheumatic diseases: what scientific evidence is there? *Rheumatology International*. 2011;31:1-8. doi:10.1007/s00296-010-1628-6.
- Becker BE. Aquatic therapy: scientific foundations and clinical rehabilitation applications. *PM&R*. 2009;1:859-872. doi:10.1016/j.pmrj.2009.05.017.
- Cider A, Sveälv BG, Täng MS, Schaufelberger M, Andersson B. Immersion in warm water induces improvement in cardiac function in patients with chronic heart failure. *European Journal of Heart Failure*. 2006;8:308-313. doi:10.1016/j.ejheart.2005.08.001.
- Roxburgh BH, Campbell HA, Cotter JD, Williams MJA, Thomas KN. Both hot- and thermoneutral-water immersion reduce 24-h blood pressure in people with hypertension: A randomized crossover study. *Temperature*. 2025;12:166-178. doi:10.1080/23328940.2025.2465025.
- Haghayegh S, Khoshnevis S, Smolensky MH, Diller KR, Castriotta RJ. Before-bedtime passive body heating by warm shower or bath to improve sleep: A systematic review and meta-analysis. *Sleep Medicine Reviews*. 2019;46:124-135. doi:10.1016/j.smrv.2019.04.008.
- Leicht CA, James LJ, Briscoe JHB, Hoekstra SP. Hot water immersion acutely increases postprandial glucose concentrations. *Physiological Reports*. 2019;7. doi:10.14814/phy2.14223.
- Ottaviano G, Marioni G, Staffieri C, Giacomelli L, Marchese-Ragona R, Bertolin A, et al. Effects of sulfurous, salty, bromic, iodic thermal water nasal irrigations in nonallergic chronic rhinosinusitis: a prospective, randomized, double-blind, clinical, and cytological study. *American Journal of Otolaryngology*. 2011;32:235-239. doi:10.1016/j.amjoto.2010.02.004.
- Burguera EF, Vela-Anero A, Magalhães J, Meijide-Faílde R, Blanco FJ. Effect of hydrogen sulfide sources on inflammation and catabolic markers on interleukin 1β-stimulated human articular chondrocytes. *Osteoarthritis and Cartilage*. 2014;22:1026-1035. doi:10.1016/j.joca.2014.04.031.
- Ravanelli N, Casasola W, English T, Edwards KM, Jay O. Heat stress and fetal risk. Environmental limits for exercise and passive heat stress during pregnancy: a systematic review with best evidence synthesis. *British Journal of Sports Medicine*. 2019;53:799-805. doi:10.1136/bjsports-2017-097914.
- Reger M, Kutschan S, Freuding M, Schmidt T, Josfeld L, Huebner J. Water therapies (hydrotherapy, balneotherapy or aqua therapy) for patients with cancer: a systematic review. *Journal of Cancer Research and Clinical Oncology*. 2022;148:1277-1297. doi:10.1007/s00432-022-03947-w.
- Becker BE. Aquatic therapy: scientific foundations and clinical rehabilitation applications. *PM&R*. 2009;1(9):859-872. doi: 10.1016/j.pmrj.2009.05.017.
- Aribi I, Nourredine M, Giroudon C, Massy E, Lega JC, Kassai B, Grenet G. Efficacy and safety of balneotherapy in rheumatology: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*. 2025;15(2):e089597. doi: 10.1136/bmjopen-2024-089597.
- Fioravanti A, Manica P, Bortolotti R, Cevenini G, Tenti S, Paolazzi G. Is balneotherapy effective for fibromyalgia? Results from a 6-month double-blind randomized clinical trial. *Clinical Rheumatology*. 2018;37(8):2203-2212. doi:10.1007/s10067-018-4117-z
- Alexander DD, Bailey WH, Perez V, Mitchell ME, Su S. Air ions and respiratory function outcomes: a comprehensive review. *Journal of Negative Results in BioMedicine*. 2013;12:14.
- Antonelli M, Donelli D, Barbieri G, Valussi M, Maggini V, Firenzuoli F. Forest Volatile Organic Compounds and Their Effects on Human Health: A State-of-the-Art Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020;17(18):6506.
- Bowers B, Flory R, Ametepe J, Staley L, Patrick A, Carrington H. Controlled trial evaluation of exposure duration to negative air ions for the treatment of seasonal affective disorder. *Psychiatry Research*. 2018;259:7-14. doi:[10.1016/j.psychres.2017.08.040]
- Fieten KB, Drijver-Messelink MT, Cogo A, Charpin D, Sokolowska M, Agache I, et al. Alpine altitude climate treatment for severe and uncontrolled asthma: An EAACI position paper. *Allergy*. 2022;77(7):1991-2024.
- Guo M, Yu W, Sun Y, Wang L, Zhou H, Zhang Y. Effects of Increasing Indoor Negative Air Ions on Cognitive Performance and Health of High Pure CO_2 Level-Exposed College Students. *Indoor Air*. 2023;2023:8298339.
- Hackett PH, Shlim DR. High-Altitude Travel and Altitude Illness. U: *CDC Yellow Book 2026*. Centers for Disease Control and Prevention; 2025.
- Pecelj M, Đorđević A, Pecelj MR, Pecelj-Purković J, Filipović D, Šećerov V. Biothermal conditions on Mt. Zlatibor based on thermophysiological indices. *Archives of Biological Sciences*. 2017;69(3):455-461.
- Saxer S, Schneider SR, Appenzeller P, Bader PR, Lichtblau M, Furian M, et al. Asthma rehabilitation at high vs. low altitude: randomized parallel-group trial. *BMC Pulmonary Medicine*. 2019;19:134.

- Stanković SM. Tourism and travel at Divčibare. *Zbornik radova - Geografski fakultet Univerziteta u Beogradu*. 2023;(71):45-64.
- World Health Organization. *WHO global air quality guidelines: particulate matter ($PM_{2.5}$ and PM_{10}), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide*. Geneva: World Health Organization; 2021.
- National Oceanic and Atmospheric Administration. *The Atmosphere*. [Internet]. 2024. [pristupljeno 16. septembra 2026].
- United States Environmental Protection Agency. *Ground-level Ozone Basics*. [Internet]. 2026. [pristupljeno 16. septembra 2026].
- National Institute for Occupational Safety and Health. Ozone. U: *NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards*. [Internet]. Centers for Disease Control and Prevention; 2019. [pristupljeno 16. septembra 2026].
- United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. *Wind Rose Data*. [Internet]. [pristupljeno 16. septembra 2026].
- Republika Srbija. Zakon o banjama. *Službeni glasnik Republike Srbije*. Br. 80/1992, 67/1993 - dr. zakon i 95/2018 - dr. zakon. Čl. 1-3.
- Vlada Republike Srbije. Uredba o utvrđivanju područja vazdušne banje Ivanjica. *Službeni glasnik Republike Srbije*. Br. 3/2000.

Poglavlje Radioaktivne banje - opasnost ili lečilište?

- World Health Organization. *WHO Handbook on Indoor Radon: A Public Health Perspective*. Geneva: WHO; 2009.
- World Health Organization. *Radon and Health*. WHO Fact Sheet; 2023.
- United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. *Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation. UNSCEAR 2024 Report, Volume II, Annex B: Evaluation of Public Exposure to Ionizing Radiation*. United Nations.
- International Commission on Radiological Protection. *The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*. ICRP Publication 103. *Ann ICRP.* 2007;37(2-4).
- International Commission on Radiological Protection. *Radiological Protection against Radon Exposure*. ICRP Publication 126. *Ann ICRP.* 2014;43(3).
- International Commission on Radiological Protection. *Pregnancy and Medical Radiation*. ICRP Publication 84. *Ann ICRP*. 2000;30(1).
- Kelly-Reif K, Bertke S, Rage E, et al. Radon and lung cancer in the Pooled Uranium Miners Analysis (PUMA): highly exposed early miners and all miners. *Occup Environ Med*. 2023;80(7):385-391. doi:10.1136/oemed-2022-108532.
- Ghiassi-Nejad M, Mortazavi SMJ, Cameron JR, Niroomand-Rad A, Karam PA. Very high background radiation areas of Ramsar, Iran: preliminary biological studies. *Health Phys*. 2002;82(1):87-93. doi:10.1097/00004032-200201000-00011.
- Zakeri F, Rajabpour MR, Haeri SA, et al. Chromosome aberrations in peripheral blood lymphocytes of individuals living in high background radiation areas of Ramsar, Iran. *Radiat Environ Biophys*. 2011;50(4):571-578. doi:10.1007/s00411-011-0381-x.
- Žunić ZS, Kobal I, Vaupotič J, et al. High natural radiation exposure in radon spa areas: a detailed field investigation in Niška Banja, Balkan region. *J Environ Radioact*. 2006;89(3):249-260. doi:10.1016/j.jenvrad.2006.05.010.
- Nikolov J, Todorović N, Petrović Pantić T, Forkapić S, Mrđa D, Bikit I, Krmar M, Vesković M. Exposure to radon in the radon spa Niška Banja, Serbia. *Radiat Meas*. 2012;47(6):443-450. doi:10.1016/j.radmeas.2012.04.006.
- Donaubauer AJ, Becker I, Klein G, et al. Effects of serial radon spa therapy on pain and peripheral immune status in patients suffering from musculoskeletal disorders: results from a prospective, randomized, placebo-controlled trial. *Front Immunol*. 2024;15:1307769. doi:10.3389/fimmu.2024.1307769.
- Christakos DP, Alatsathianos I, Moebel M, et al. Radon spa therapy for the treatment of musculoskeletal disorders: a systematic review and meta-analysis. *Cureus*. 2026;18(1):e101547. doi:10.7759/cureus.101547.
- Franke A, Reiner L, Resch KL. Long-term benefit of radon spa therapy in the rehabilitation of rheumatoid arthritis: a randomized, double-blinded trial. *Rheumatol Int*. 2007;27:703-713. doi:10.1007/s00296-006-0293-2.
- Oyama Y, et al. Estimation of exposure dose due to radon in radioactive spring water. *J Jpn Soc Balneol Climatol Phys Med*. 2013;76(4):255-262.
- Bundesamt für Strahlenschutz. *Health Effects of Radon: Radon Therapies*.
- Bayerische Staatsbäder. *Radon Baths in Bad Steben*.

Poglavlje Uticaj boravka u prirodnom okruženju na zdravlje

- Park, B. J., Tsunetsugu, Y., Kasetani, T., et al. (2010). The physiological effects of Shinrin-yoku (taking in the forest atmosphere or forest bathing): Evidence from field experiments in 24 forests across Japan. *Environmental Health and Preventive Medicine, 15*(1), 18-26. doi: 10.1007/s12199-009-0086-9.
- Hunter, M. R., Gillespie, B. W., & Chen, S. Y.-P. (2019). Urban nature experiences reduce stress in the context of daily life based on salivary biomarkers. *Frontiers in Psychology, 10*, 722. doi: 10.3389/fpsyg.2019.00722.
- Mao, G. X., Cao, Y. B., Lan, X. G., et al. (2012). Therapeutic effect of forest bathing on human hypertension in the elderly. *Journal of Cardiology, 60*(6), 495-502. doi: 10.1016/j.jjcc.2012.08.003.
- Mao, G. X., Lan, X. G., Cao, Y. B., et al. (2012). Effects of short-term forest bathing on human health in a broad-leaved evergreen forest in Zhejiang Province, China. *Biomedical and Environmental Sciences, 25*(3), 317-324. doi: 10.3967/0895-3988.2012.03.010.
- Li, Q., Kobayashi, M., Wakayama, Y., et al. (2009). Effect of phytoncide from trees on human natural killer cell function. *International Journal of Immunopathology and Pharmacology, 22*(4), 951-959. doi: 10.1177/039463200902200410.
- Jia, B. B., Yang, Z. X., Mao, G. X., et al. (2016). Health effect of forest bathing trip on elderly patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Biomedical and Environmental Sciences, 29*(3), 212-218. doi: 10.3967/bes2016.026.
- Li, Q., Takayama, N., Kimura, Y., et al. (2025). Forest bathing improves inflammatory markers, SpO_2, and subjective symptoms related to chronic obstructive pulmonary disease (COPD) in male subjects at risk of developing COPD. *Journal of Occupational Health, 67*(1), uiaf041. doi: 10.1093/joccuh/uiaf041.
- Bratman, G. N., Hamilton, J. P., Hahn, K. S., et al. (2015). Nature experience reduces rumination and subgenual prefrontal cortex activation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 112*(28), 8567-8572. doi: 10.1073/pnas.1510459112.

- Berman, M. G., Kross, E., Krpan, K. M., et al. (2012). Interacting with nature improves cognition and affect for individuals with depression. *Journal of Affective Disorders, 140*(3), 300-305. doi: 10.1016/j.jad.2012.03.012.
- Richardson, M., Passmore, H. A., Lumber, R., et al. (2021). Moments, not minutes: The nature-wellbeing relationship. *International Journal of Wellbeing, 11*(1), 8-33. doi: 10.5502/ijw.v11i1.1267.
- Haluza, D., Kersten, P., Lazic, T., et al. (2025). Unlocking the power of nature: Insights from a 20-minute forest visit on well-being. *Forests, 16*(5), 792. doi: 10.3390/f16050792.
- Huber, D., Freidl, J., Pichler, C., et al. (2023). Long-term effects of mountain hiking vs. forest therapy on physical and mental health of couples: A randomized controlled trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 20*(2), 1469. doi: 10.3390/ijerph20021469.
- White, M. P., Alcock, I., Grellier, J., et al. (2019). Spending at least 120 minutes a week in nature is associated with good health and wellbeing. *Scientific Reports, 9*, 7730. doi: 10.1038/s41598-019-44097-3.
- Akers, A., Barton, J., Cossey, R., et al. (2012). Visual color perception in green exercise: Positive effects on mood and perceived exertion. *Environmental Science & Technology, 46*(16), 8661-8666. doi: 10.1021/es301685g.
- White, M., Smith, A., Humphryes, K., et al. (2010). Blue space: The importance of water for preference, affect, and restorativeness ratings of natural and built scenes. *Journal of Environmental Psychology, 30*(4), 482-493. doi: 10.1016/j.jenvp.2010.04.004.

Poglavlje Sauna i zdravlje

- Hannuksela ML, Ellahham S. Benefits and risks of sauna bathing. *American Journal of Medicine*. 2001;110(2):118-126. doi:10.1016/S0002-9343(00)00671-9.
- Hussain J, Cohen M. Clinical effects of regular dry sauna bathing: a systematic review. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2018;2018:1857413. doi:10.1155/2018/1857413.
- Laukkanen JA, Laukkanen T, Kunutsor SK. Cardiovascular and other health benefits of sauna bathing: a review of the evidence. *Mayo Clinic Proceedings*. 2018;93(8):1111-1121. doi:10.1016/j.mayocp.2018.04.008.
- Li Z, Jiang W, Chen Y, Wang G, Yan F, Zeng T, Fan H. Acute and short-term efficacy of sauna treatment on cardiovascular function: a meta-analysis. *European Journal of Cardiovascular Nursing.* 2021;20(2):96-105. doi:10.1177/1474515120944584.
- Pizzey FK, Smith EC, Ruediger SL, Keating SE, Askew CD, Coombes JS, Bailey TG. The effect of heat therapy on blood pressure and peripheral vascular function: a systematic review and meta-analysis. *Experimental Physiology.* 2021;106:1317-1334. doi:10.1113/EP089424.
- Källström M, Soveri I, Oldgren J, Laukkanen J, Ichiki T, Tei C, Timmerman M, Berglund L, Hägglund H. Effects of sauna bath on heart failure: a systematic review and meta-analysis. *Clinical Cardiology*. 2018;41(11):1491-1501. doi:10.1002/clc.23077.
- Laukkanen T, Khan H, Zaccardi F, Laukkanen JA. Association between sauna bathing and fatal cardiovascular and all-cause mortality events. *JAMA Internal Medicine*. 2015;175(4):542-548. doi:10.1001/jamainternmed.2014.8187.
- Laukkanen T, Kunutsor SK, Zaccardi F, Lee E, Willeit P, Khan H, Laukkanen JA. Sauna bathing is associated with reduced cardiovascular mortality and improves risk prediction in men and women: a prospective cohort study. *BMC Medicine.* 2018;16:219. doi:10.1186/s12916-018-1198-0.
- Lee E, Kolunsarka IA, Kostensalo J, Ahtiainen JP, Haapala EA, Willeit P, Kunutsor SK, Laukkanen JA. Effects of regular sauna bathing in conjunction with exercise on cardiovascular function: a multi-arm, randomized controlled trial. *American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. 2022;323(3):R289-R299. doi:10.1152/ajpregu.00076.2022.
- Debray A, Gravel H, Garceau L, Bartlett AA, Chaseling GK, Barry H, Behzadi P, Ravanelli N, Iglesies-Grau J, Nigam A, Juneau M, Gagnon D. Finnish sauna bathing and vascular health of adults with coronary artery disease: a randomized controlled trial. *Journal of Applied Physiology*. 2023;135(4):795-804. doi:10.1152/japplphysiol.00322.2023.
- Gryka D, Pilch W, Szarek M, Szyguła Z, Tota Ł. The effect of sauna bathing on lipid profile in young, physically active, male subjects. International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health. 2014;27(4):608-618. doi:10.2478/s13382-014-0281-9.
- Pilch W, Piotrowska A, Czerwińska-Ledwig O, Zuziak R, Maciejczyk M, Tota Ł, Bawelski M, Pałka T. Changes in selected physiological indicators and thermal stress assessment under the influence of baths in a dry and wet sauna in young healthy women. *Medycyna Pracy*. 2019;70(6):701-710. doi:10.13075/mp.5893.00883.
- Stanley J, Halliday A, D'Auria S, Buchheit M. Effect of sauna-based heat acclimation on plasma volume and heart rate variability. *European Journal of Applied Physiology.* 2015;115(4):785-794. doi:10.1007/s00421-014-3060-1.
- Rodhe A, Eriksson A. Sauna deaths in Sweden, 1992-2003. *American Journal of Forensic Medicine and Pathology*. 2008;29(1):27-31. doi:10.1097/PAF.0b013e318145ae05.

Poglavlje Vežbanje u vodi

- Becker BE. Aquatic therapy: scientific foundations and clinical rehabilitation applications. *PM&R*. 2009;1(9):859-872. doi:10.1016/j.pmrj.2009.05.017.
- Pendergast DR, Moon RE, Krasney JJ, Held HE, Zamparo P. Human physiology in an aquatic environment. *Comprehensive Physiology*. 2015;5(4):1705-1750. doi:10.1002/cphy.c140018.
- Torres-Ronda L, Schelling i del Alcázar X. The properties of water and their applications for training. *Journal of Human Kinetics.* 2014;44:237-248. doi:10.2478/hukin-2014-0129.
- Harrison RA, Hillman M, Bulstrode S. Loading of the lower limb when walking partially immersed: implications for clinical practice. *Physiotherapy*. 1992;78(3):164-166. doi:10.1016/S0031-9406(10)61377-6.
- de Andrade AD, Júnior JC, Lins de Barros Melo TL, Rattes Lima CS, Brandão DC, de Melo Barcelar J. Influence of different levels of immersion in water on the pulmonary function and respiratory muscle pressure in healthy individuals: observational study. *Physiotherapy Research International.* 2014;19(3):140-146. doi:10.1002/pri.1574.
- Yamashina Y, Yokoyama H, Naghavi N, et al. Forced respiration during the deeper water immersion causes greater inspiratory muscle fatigue in healthy young men. *Journal of Physical Therapy Science*. 2016;28(2):412-418. doi:10.1589/jpts.28.412.

- Šrámek P, Šimečková M, Janský L, Šavlíková J, Vybíral S. Human physiological responses to immersion into water of different temperatures. *European Journal of Applied Physiology*. 2000;81(5):436-442. doi:10.1007/s004210050065.
- Taglietti M, Facci LM, Trelha CS, et al. Effectiveness of aquatic exercises compared to patient-education on health status in individuals with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*. 2018;32(6):766-776. doi:10.1177/0269215517754240.
- Bartels EM, Juhl CB, Christensen R, et al. Aquatic exercise for the treatment of knee and hip osteoarthritis. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2016;(3):CD005523. doi:10.1002/14651858.CD005523.pub3.
- Barker AL, Talevski J, Morello RT, Brand CA, Rahmann AE, Urquhart DM. Effectiveness of aquatic exercise for musculoskeletal conditions: a meta-analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2014;95(9):1776-1786. doi:10.1016/j.apmr.2014.04.005.
- Peng MS, Wang R, Wang YZ, et al. Efficacy of therapeutic aquatic exercise versus physical therapy modalities for patients with chronic low back pain: a randomized clinical trial. *JAMA Network Open*. 2022;5(1):e2142069. doi:10.1001/jamanetworkopen.2021.42069.
- Rahmann AE, Brauer SG, Nitz JC. A specific inpatient aquatic physiotherapy program improves strength after total hip or knee replacement surgery: a randomized controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2009;90(5):745-755. doi:10.1016/j.apmr.2008.12.011.
- Granath AB, Hellgren MSE, Gunnarsson RK. Water aerobics reduces sick leave due to low back pain during pregnancy. *Journal of Obstetric, Gynecologic, and Neonatal Nursing*. 2006;35(4):465-471. doi:10.1111/j.1552-6909.2006.00066.x.
- Hartmann S, Huch R. Response of pregnancy leg edema to a single immersion exercise session. *Acta Obstetricia et Gynecologica Scandinavica*. 2005;84(12):1150-1153. doi:10.1111/j.0001-6349.2005.00829.x.

Poglavlje Hiperbarična terapija kiseonikom

- Huang ET, ed. *UHMS Hyperbaric Medicine Indications Manual*. 15th ed. North Palm Beach, FL: Best Publishing Company; 2024.
- Mathieu D, Marroni A, Kot J. Tenth European Consensus Conference on Hyperbaric Medicine: recommendations for accepted and non-accepted clinical indications and practice of hyperbaric oxygen treatment. *Diving Hyperb Med*. 2017;47(1):24-32. doi:10.28920/dhm47.1.24-32.
- Thom SR. Hyperbaric oxygen: its mechanisms and efficacy. *Plast Reconstr Surg*. 2011;127 Suppl 1:131S-141S. doi:10.1097/PRS.0b013e3181fbe2bf.
- Thom SR. Oxidative stress is fundamental to hyperbaric oxygen therapy. *J Appl Physiol*. 2009;106(3):988-995. doi:10.1152/japplphysiol.91004.2008.
- Camporesi EM, Bosco G. Mechanisms of action of hyperbaric oxygen therapy. *Undersea Hyperb Med.* 2014;41(3):247-252.
- Ortega MA, Fraile-Martínez O, García-Montero C, Callejón-Peláez E, Sáez MA, Álvarez-Mon MA, et al. A general overview on the hyperbaric oxygen therapy: applications, mechanisms and translational opportunities. *Medicina*. 2021;57(9):864. doi:10.3390/medicina57090864.
- Mitchell SJ, Bennett MH, Moon RE. Decompression sickness and arterial gas embolism. *N Engl J Med.* 2022;386(13):1254-1264. doi:10.1056/NEJMra2116554.
- Fakkert RA, Karlas N, Schober P, Weber NC, Preckel B, van Hulst RA, et al. Early hyperbaric oxygen therapy is associated with favorable outcome in patients with iatrogenic cerebral arterial gas embolism: systematic review and individual patient data meta-analysis of observational studies. *Crit Care.* 2023;27(1):282. doi:10.1186/s13054-023-04563-x.
- Weaver LK, Hopkins RO, Chan KJ, Churchill S, Elliott CG, Clemmer TP, et al. Hyperbaric oxygen for acute carbon monoxide poisoning. *N Engl J Med*. 2002;347(14):1057-1067. doi:10.1056/NEJMoa013121.
- Buckley NA, Juurlink DN, Isbister G, Bennett MH, Lavonas EJ. Hyperbaric oxygen for carbon monoxide poisoning. *Cochrane Database Syst Rev.* 2011;(4):CD002041. doi:10.1002/14651858.CD002041.pub3.
- Van Meter KW. Hyperbaric oxygen therapy in the ATLS/ACLS resuscitative management of acutely ill or severely injured patients with severe anemia: a review. *Front Med*. 2024;11:1408816. doi:10.3389/fmed.2024.1408816.
- McLoughlin PL, Cope TM, Harrison JC. Hyperbaric oxygen therapy in the management of severe acute anaemia in a Jehovah's Witness. *Anaesthesia*. 1999;54(9):891-895. doi:10.1046/j.1365-2044.1999.01004.x.
- Kranke P, Bennett MH, Martyn-St James M, Schnabel A, Debus SE, Weibel S. Hyperbaric oxygen therapy for chronic wounds. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015;2015(6):CD004123. doi:10.1002/14651858.CD004123.pub4.
- Löndahl M, Katzman P, Nilsson A, Hammarlund C. Hyperbaric oxygen therapy facilitates healing of chronic foot ulcers in patients with diabetes. *Diabetes Care*. 2010;33(5):998-1003. doi:10.2337/dc09-1754.
- Fedorko L, Bowen JM, Jones W, Oreopoulos G, Goeree R, Hopkins RB, et al. Hyperbaric oxygen therapy does not reduce indications for amputation in patients with diabetes with nonhealing ulcers of the lower limb: a prospective, double-blind, randomized controlled clinical trial. *Diabetes Care*. 2016;39(3):392-399. doi:10.2337/dc15-2001.
- Chen P, Campillo Vilorio N, Dhatariya K, Jeffcoate W, Lobmann R, McIntosh C, et al. Guidelines on interventions to enhance healing of foot ulcers in people with diabetes: IWGDF 2023 update. *Diabetes Metab Res Rev*. 2024;40(3):e3644. doi:10.1002/dmrr.3644.
- Oley MH, Oley MC, Kepel BJ, Faruk M, Wagiu AMJ, Sukarno I, et al. Hyperbaric oxygen therapy for diabetic foot ulcers based on Wagner grading: a systematic review and meta-analysis. *Plast Reconstr Surg Glob Open*. 2024;12(3):e5692. doi:10.1097/GOX.0000000000005692.
- Lin ZC, Bennett MH, Hawkins GC, Azzopardi CP, Feldmeier J, Smee R, et al. Hyperbaric oxygen therapy for late radiation tissue injury. Cochrane Database Syst Rev. 2023;2023(8):CD005005. doi:10.1002/14651858.CD005005.pub5.
- Chandrasekhar SS, Tsai Do BS, Schwartz SR, Bontempo LJ, Faucett EA, Finestone SA, et al. Clinical practice guideline: sudden hearing loss, update. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2019;161(1 Suppl):S1-S45. doi:10.1177/0194599819859883.
- Huang ET, ed. Avascular necrosis, aseptic osteonecrosis. In: *UHMS Hyperbaric Medicine Indications Manual*. 15th ed. North Palm Beach, FL: Best Publishing Company; 2024.
- Bennett MH, Weibel S, Wasiak J, Schnabel A, French C, Kranke P. Hyperbaric oxygen therapy for acute ischaemic stroke. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014;2014(11):CD004954. doi:10.1002/14651858.CD004954.pub3.
- Li X, Lu L, Min Y, et al. Efficacy and safety of hyperbaric oxygen therapy in acute ischaemic stroke: a systematic review and meta-analysis. *BMC Neurol.* 2024;24:55. doi:10.1186/s12883-024-03555-w.

- Xiong T, Chen H, Luo R, Mu D. Hyperbaric oxygen therapy for people with autism spectrum disorder. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016;10(10):CD010922. doi:10.1002/14651858.CD010922.pub2.
- Hachmo Y, Hadanny A, Abu Hamed R, Daniel-Kotovsky M, Catalogna M, Fishlev G, et al. Hyperbaric oxygen therapy increases telomere length and decreases immunosenescence in isolated blood cells: a prospective trial. *Aging*. 2020;12(22):22445-22456. doi:10.18632/aging.202188.
- Balestra C, Germonpré P, Poortmans JR, Marroni A. Serum erythropoietin levels in healthy humans after a short period of normobaric and hyperbaric oxygen breathing: the "normobaric oxygen paradox". *J Appl Physiol*. 2006;100(2):512-518. doi:10.1152/japplphysiol.00964.2005.
- Keramidas ME, Kounalakis SN, Debevec T, Norman B, Gustafsson T, Eiken O, et al. Acute normobaric hyperoxia transiently attenuates plasma erythropoietin concentration in healthy males: evidence against the "normobaric oxygen paradox" theory. *Acta Physiol*. 2011;202(1):91-98. doi:10.1111/j.1748-1716.2011.02262.x.
- Debevec T, Keramidas ME, Norman B, Gustafsson T, Eiken O, Mekjavic IB, et al. Acute short-term hyperoxia followed by mild hypoxia does not increase EPO production: resolving the "normobaric oxygen paradox". *Eur J Appl Physiol*. 2012;112(3):1059-1065. doi:10.1007/s00421-011-2060-7.
- Cimino F, Balestra C, Germonpré P, De Bels D, Tillmans F, Saija A, et al. Pulsed high oxygen induces a hypoxic-like response in human umbilical endothelial cells and in humans. *J Appl Physiol*. 2012;113(11):1684-1689. doi:10.1152/japplphysiol.00922.2012.
- Salvagno M, Coppalini G, Taccone FS, Strapazzon G, Mrakic-Sposta S, Rocco M, et al. The normobaric oxygen paradox-hyperoxic hypoxic paradox: a novel expedient strategy in hematopoiesis clinical issues. *Int J Mol Sci*. 2023;24(1):82. doi:10.3390/ijms24010082.
- Zhang Y, Zhou Y, Jia Y, Wang T, Meng D. Adverse effects of hyperbaric oxygen therapy: a systematic review and meta-analysis. *Front Med*. 2023;10:1160774. doi:10.3389/fmed.2023.1160774.
- Riedl P, Škiljić D, Arnell P, Wannholt R, Zetterberg M, Andersson Grönlund M. Myopic shift and lens turbidity following hyperbaric oxygen therapy: a prospective, longitudinal, observational cohort study. *Acta Ophthalmol*. 2019;97(6):596-602. doi:10.1111/aos.14010.
- Palmquist BM, Philipson B, Barr PO. Nuclear cataract and myopia during hyperbaric oxygen therapy. *Br J Ophthalmol*. 1984;68(2):113-117. doi:10.1136/bjo.68.2.113.
- Heyboer M III, Jennings S, Grant WD, Ojevwe C, Byrne J, Wojcik SM. Seizure incidence by treatment pressure in patients undergoing hyperbaric oxygen therapy. *Undersea Hyperb Med.* 2014;41(5):379-385.
- U.S. Food and Drug Administration. *Follow Instructions for Safe Use of Hyperbaric Oxygen Therapy Devices: Letter to Health Care Providers*. 25 August 2025.

Poglavlje Starenje i antiaging strategije

- Kirkwood, T. B. L., & Austad, S. N. (2000). Why do we age? *Nature, 408,* 233-238. doi: 10.1038/35041682.
- López-Otín, C., Blasco, M. A., Partridge, L., Serrano, M., & Kroemer, G. (2023). Hallmarks of aging: An expanding universe. *Cell, 186*(2), 243-278. doi: 10.1016/j.cell.2022.11.001.
- Blackburn, E. H., Epel, E. S., & Lin, J. (2015). Human telomere biology: A contributory and interactive factor in aging, disease risks, and protection. *Science, 350*(6265), 1193-1198. doi: 10.1126/science.aab3389.
- Gorgoulis, V., Adams, P. D., Alimonti, A., et al. (2019). Cellular senescence: Defining a path forward. *Cell, 179*(4), 813-827. doi: 10.1016/j.cell.2019.10.005.
- Surmeier, D. J., Obeso, J. A., & Halliday, G. M. (2017). Selective neuronal vulnerability in Parkinson disease. *Nature Reviews Neuroscience, 18*, 101-113. doi: 10.1038/nrn.2016.178.
- The Alpha-Tocopherol, Beta Carotene Cancer Prevention Study Group. (1994). The effect of vitamin E and beta carotene on the incidence of lung cancer and other cancers in male smokers. *New England Journal of Medicine, 330*(15), 1029-1035. doi: 10.1056/NEJM199404143301501.
- Paulsen, G., Cumming, K. T., Holden, G., et al. (2014). Vitamin C and E supplementation hampers cellular adaptation to endurance training in humans. *The Journal of Physiology, 592*(8), 1887-1901. doi: 10.1113/jphysiol.2013.267419.
- Manson, J. E., Cook, N. R., Lee, I. M., et al. (2019). Vitamin D supplements and prevention of cancer and cardiovascular disease. *New England Journal of Medicine, 380*(1), 33-44. doi: 10.1056/NEJMoa1809944.
- Zhu, H., Manson, J. E., Cook, N. R., et al. (2025). Vitamin D_3 and marine omega-3 fatty acids supplementation and leukocyte telomere length: Four-year findings from the VITAL randomized controlled trial. *The American Journal of Clinical Nutrition, 122*(1), 39-47. doi: 10.1016/j.ajcnut.2025.05.003.
- Estruch, R., Ros, E., Salas-Salvadó, J., et al. (2018). Primary prevention of cardiovascular disease with a Mediterranean diet supplemented with extra-virgin olive oil or nuts. *New England Journal of Medicine, 378*, e34. doi: 10.1056/NEJMoa1800389.
- Xie, L., Kang, H., Xu, Q., et al. (2013). Sleep drives metabolite clearance from the adult brain. *Science, 342*(6156), 373-377. doi: 10.1126/science.1241224.
- Kraus, W. E., Bhapkar, M., Huffman, K. M., et al. (2019). Two years of calorie restriction and cardiometabolic risk: Exploratory outcomes of a multicentre, phase 2, randomised controlled trial. *The Lancet Diabetes & Endocrinology, 7*(9), 673-683. doi: 10.1016/S2213-8587(19)30151-2.
- Jamshed, H., Steger, F. L., Bryan, D. R., et al. (2022). Effectiveness of early time-restricted eating for weight loss, fat loss, and cardiometabolic health in adults with obesity. *JAMA Internal Medicine, 182*(9), 953-962. doi: 10.1001/jamainternmed.2022.3050.
- Laukkanen, T., Khan, H., Zaccardi, F., & Laukkanen, J. A. (2015). Association between sauna bathing and fatal cardiovascular and all-cause mortality events. *JAMA Internal Medicine, 175*(4), 542-548. doi: 10.1001/jamainternmed.2014.8187.
- Buijze, G. A., Sierevelt, I. N., van der Heijden, B. C. J. M., Dijkgraaf, M. G., & Frings-Dresen, M. H. W. (2016). The effect of cold showering on health and work: A randomized controlled trial. *PLOS ONE, 11*(9), e0161749. doi: 10.1371/journal.pone.0161749.
- Willcox, B. J., Willcox, D. C., Todoriki, H., et al. (2007). Caloric restriction, the traditional Okinawan diet, and healthy aging. *Annals of the New York Academy of Sciences, 1114*, 434-455. doi: 10.1196/annals.1396.037.

- Willcox, D. C., Willcox, B. J., He, Q., Wang, N. C., & Suzuki, M. (2008). Life at the extreme limit: Phenotypic characteristics of supercentenarians in Okinawa. *The Journals of Gerontology: Series A, 63*(11), 1201-1208. doi: 10.1093/gerona/63.11.1201.
- Poulain, M., Pes, G. M., Grasland, C., et al. (2004). Identification of a geographic area characterized by extreme longevity in the Sardinia island: The AKEA study. *Experimental Gerontology, 39*(9), 1423-1429. doi: 10.1016/j.exger.2004.06.016.
- Floris, P., Dore, M. P., & Pes, G. M. (2021). Does the longevity of the Sardinian population date back to Roman times? A comprehensive review of the available evidence. *PLOS ONE, 16*(1), e0245006. doi: 10.1371/journal.pone.0245006.
- World Health Organization. Decade of Healthy Ageing: Baseline Report. Geneva: World Health Organization; 2021.
- World Health Organization. Integrated Care for Older People: Guidelines on Community-Level Interventions to Manage Declines in Intrinsic Capacity. Geneva: World Health Organization; 2017. ISBN 978-92-4-155010-9.
- World Health Organization. WHO Guidelines on Physical Activity and Sedentary Behaviour. Geneva: World Health Organization; 2020. ISBN 978-92-4-001512-8.
- Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*. 2019;48(1):16-31. doi:10.1093/ageing/afy169.
- Volkert D, Beck AM, Cederholm T, et al. ESPEN practical guideline: Clinical nutrition and hydration in geriatrics. *Clin Nutr.* 2022;41(4):958-989. doi:10.1016/j.clnu.2022.01.024.
- Cox NJ, Morrison L, Ibrahim K, Robinson SM, Sayer AA, Roberts HC. New horizons in appetite and the anorexia of ageing. *Age Ageing*. 2020;49(4):526-534. doi:10.1093/ageing/afaa014.
- Schiffman SS, Graham BG. Taste and smell perception affect appetite and immunity in the elderly. *Eur J Clin Nutr.* 2000;54(Suppl 3):S54-S63. doi:10.1038/sj.ejcn.1601026.
- Zelig R, Goldstein S, Touger-Decker R, et al. Tooth Loss and Nutritional Status in Older Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. *JDR Clin Trans Res.* 2022;7(1):4-15. doi:10.1177/2380084420981016.
- MacLaughlin J, Holick MF. Aging decreases the capacity of human skin to produce vitamin D3. *J Clin Invest*. 1985;76(4):1536-1538. doi:10.1172/JCI112134.
- Baik HW, Russell RM. Vitamin B12 deficiency in the elderly. Annu Rev Nutr. 1999;19:357-377.
- Fried LP, Tangen CM, Walston J, et al. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2001;56(3):M146-M156. doi:10.1093/gerona/56.3.M146.
- World Health Organization, International Telecommunication Union, United Nations Department of Economic and Social Affairs. Social Isolation and Loneliness among Older People: Advocacy Brief. Geneva: World Health Organization; 2021. ISBN 978-92-4-003074-9.
- Davies LE, Spiers G, Kingston A, Todd A, Adamson J, Hanratty B. Adverse outcomes of polypharmacy in older people: systematic review of reviews. *J Am Med Dir Assoc*. 2020;21(2):181-187.

Poglavlje Aromaterapija

- Stevensen CJ. Aromatherapy in dermatology. *Clinics in Dermatology*. 1998;16(6):689-694. doi:10.1016/S0738-081X(98)00058-3.
- Plant RM, Dinh L, Argo S, Shah M. The essentials of essential oils. *Advances in Pediatrics*. 2019;66:111-122. doi:10.1016/j.yapd.2019.03.005.
- Farrar AJ, Farrar FC. Clinical aromatherapy. *Nursing Clinics of North America*. 2020;55(4):489-504. doi:10.1016/j.cnur.2020.06.015.
- Cho K, Kim M. Effects of aromatherapy on depression: A meta-analysis of randomized controlled trials. *General Hospital Psychiatry*. 2023;84:215-225. doi:10.1016/j.genhosppsych.2023.08.003.
- Tang Y, Gong M, Qin X, Su H, Wang Z, Dong H. The therapeutic effect of aromatherapy on insomnia: A meta-analysis. *Journal of Affective Disorders*. 2021;288:1-9. doi:10.1016/j.jad.2021.03.066.
- Sales Junior RA, Maniçoba AKL, Bessa MS, Barbosa BFS, Boa PWM, Borges BCD. Aromatherapy with essential oils to reduce anxiety, pain, and discomfort during in-office dental procedures: A scoping review. *Journal of Dentistry*. 2026;167:106515. doi:10.1016/j.jdent.2026.106515.
- Ball EL, Owen-Booth B, Gray A, Shenkin SD, Hewitt J, McCleery J. Aromatherapy for dementia. Cochrane Database of Systematic Reviews 2020, Issue 8. Art. No.: CD003150. DOI: 10.1002/14651858.CD003150.pub3.
- Salehi-Pourmehr H, Ostadrahimi A, Ebrahimpour-Mirzarezaei M, Farshbaf-Khalili A. Does aromatherapy with lavender affect physical and psychological symptoms of menopausal women? A systematic review and meta-analysis. *Complementary Therapies in Clinical Practice.* 2020;39:101150. doi:10.1016/j.ctcp.2020.101150.
- Sánchez FA, Rosales JR, Godoy PR, Barría RM. Effects of inhalation aromatherapy as a complementary therapy in pediatric patients in the clinical practice: A systematic review. *Complementary Therapies in Clinical Practice*. 2022;46:101516. doi:10.1016/j.ctcp.2021.101516.
- Posadzki P, Alotaibi A, Ernst E. Adverse effects of aromatherapy: A systematic review of case reports and case series. *International Journal of Risk & Safety in Medicine*. 2012;24(3):147-161. doi:10.3233/JRS-2012-0568.
- Bassett IB, Pannowitz DL, Barnetson RStC. A comparative study of tea-tree oil versus benzoylperoxide in the treatment of acne. *Medical Journal of Australia*. 1990;153(8):455-458. doi:10.5694/j.1326-5377.1990.tb126150.x.
- Hammer KA, Carson CF, Riley TV. Susceptibility of transient and commensal skin flora to the essential oil of Melaleuca alternifolia (tea tree oil). *American Journal of Infection Control.* 1996;24(3):186-189. doi:10.1016/S0196-6553(96)90011-5.
- Buck DS, Nidorf DM, Addino JG. Comparison of two topical preparations for the treatment of onychomycosis: Melaleuca alternifolia (tea tree) oil and clotrimazole. *Journal of Family Practice*. 1994;38(6):601-605.
- Tong MM, Altman PM, Barnetson RS. Tea tree oil in the treatment of tinea pedis. *Australasian Journal of Dermatology*. 1992;33(3):145-149. doi:10.1111/j.1440-0960.1992.tb00103.x.
- Markum E, Baillie J. Combination of essential oil of Melaleuca alternifolia and iodine in the treatment of molluscum contagiosum in children. *Journal of Drugs in Dermatology*. 2012;11(3):349-354.

- Bakkali F, Averbeck S, Averbeck D, Idaomar M. Biological effects of essential oils—A review. *Food and Chemical Toxicology*. 2008;46(2):446-475. doi:10.1016/j.fct.2007.09.106.
- Jäger W, Buchbauer G, Jirovetz L, Fritzer M. Percutaneous absorption of lavender oil from a massage oil. *Journal of the Society of Cosmetic Chemists*. 1992;43:49-54.
- Tisserand R, Young R. *Essential Oil Safety: A Guide for Health Care Professionals*. 2nd ed. Edinburgh: Churchill Livingstone Elsevier; 2014.
- Singh P, Tyagi M, Kumar Y, Gupta KK, Sharma PD. Ocular chemical injuries and their management. *Oman Journal of Ophthalmology*. 2013;6(2):83-86. doi:10.4103/0974-620X.116624.
- U.S. Food and Drug Administration. *Modernization of Cosmetics Regulation Act of 2022 (MoCRA): Serious Adverse Event Reporting for Cosmetic Products*. FDA; 2022-2026.

Poglavlje Suplementi u wellness i spa praksi

- European Parliament and Council. Directive 2002/46/EC of 10 June 2002 on the approximation of the laws of the Member States relating to food supplements. *Official Journal of the European Communities*. 2002;L183:51-57.
- European Parliament and Council. Regulation (EC) No 1924/2006 of 20 December 2006 on nutrition and health claims made on foods. *Official Journal of the European Union*. 2006;L404:9-25.
- Geller AI, Shehab N, Weidle NJ, et al. Emergency Department Visits for Adverse Events Related to Dietary Supplements. *N Engl J Med*. 2015;373(16):1531-1540. doi:10.1056/NEJMsa1504267.
- Mannel M. Drug interactions with St John's wort: mechanisms and clinical implications. *Drug Saf.* 2004;27(11):773-797. doi:10.2165/00002018-200427110-00003.
- Saper RB, Phillips RS, Sehgal A, et al. Lead, mercury, and arsenic in US- and Indian-manufactured Ayurvedic medicines sold via the Internet. *JAMA*. 2008;300(8):915-923. doi:10.1001/jama.300.8.915.
- Nortier JL, Martinez MC, Schmeiser HH, et al. Urothelial carcinoma associated with the use of a Chinese herb (Aristolochia fangchi). *N Engl J Med.* 2000;342(23):1686-1692. doi:10.1056/NEJM200006083422301.
- Grollman AP, Shibutani S, Moriya M, et al. Aristolochic acid and the etiology of endemic (Balkan) nephropathy. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2007;104(29):12129-12134. doi:10.1073/pnas.0701248104.
- Navarro VJ, Barnhart H, Bonkovsky HL, et al. Liver injury from herbals and dietary supplements in the U.S. Drug-Induced Liver Injury Network. *Hepatology*. 2014;60(4):1399-1408. doi:10.1002/hep.27317.
- EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food. Scientific opinion on the safety of green tea catechins. *EFSA Journal*. 2018;16(4):5239. doi:10.2903/j.efsa.2018.5239.
- EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies. Scientific Opinion on the Tolerable Upper Intake Level of vitamin D. *EFSA Journal*. 2012;10(7):2813. doi:10.2903/j.efsa.2012.2813.
- Lowe H, Cusano NE, Binkley N, Blaner WS, Bilezikian JP. Vitamin D toxicity due to a commonly available "over the counter" remedy from the Dominican Republic. *J Clin Endocrinol Metab*. 2011;96(2):291-295. doi:10.1210/jc.2010-1999.
- EFSA Panel on Nutrition, Novel Foods and Food Allergens. Scientific opinion on the tolerable upper intake level for preformed vitamin A and β-carotene. *EFSA Journal.* 2024;22:e8814. doi:10.2903/j.efsa.2024.8814.
- EFSA Panel on Nutrition, Novel Foods and Food Allergens. Scientific opinion on the tolerable upper intake level for vitamin B6. *EFSA Journal*. 2023;21(5):8006. doi:10.2903/j.efsa.2023.8006.
- Klein EA, Thompson IM Jr, Tangen CM, et al. Vitamin E and the risk of prostate cancer: the Selenium and Vitamin E Cancer Prevention Trial (SELECT). *JAMA*. 2011;306(14):1549-1556. doi:10.1001/jama.2011.1437.
- EFSA Panel on Nutrition, Novel Foods and Food Allergens. Scientific opinion on the tolerable upper intake level for iron. *EFSA Journal.* 2024;22:e8819. doi:10.2903/j.efsa.2024.8819.
- Scientific Committee on Food. Opinion of the Scientific Committee on Food on the Tolerable Upper Intake Level of Magnesium. Brussels: European Commission; 2001.
- Scientific Committee on Food. Opinion of the Scientific Committee on Food on the Tolerable Upper Intake Level of Zinc. Brussels: European Commission; 2002.
- EFSA Panel on Nutrition, Novel Foods and Food Allergens. Scientific opinion on the tolerable upper intake level for selenium. *EFSA Journal*. 2023;21:e7704. doi:10.2903/j.efsa.2023.7704.
- Loftfield E, O'Connell CP, Abnet CC, et al. Multivitamin Use and Mortality Risk in 3 Prospective US Cohorts. *JAMA Netw Open*. 2024;7(6):e2418729. doi:10.1001/jamanetworkopen.2024.18729.
- Vyas CM, Manson JE, Sesso HD, et al. Effect of multivitamin-mineral supplementation versus placebo on cognitive function: results from the clinic subcohort of the COcoa Supplement and Multivitamin Outcomes Study (COSMOS) randomized clinical trial and meta-analysis of 3 cognitive studies within COSMOS. *Am J Clin Nutr.* 2024;119(3):692-701. doi:10.1016/j.ajcnut.2023.12.011.
- Federal Trade Commission. Health Products Compliance Guidance. Washington, DC: FTC; 2022.
- U.S. Food and Drug Administration. 6 Tip-offs to Rip-offs: Don't Fall for Health Fraud Scams. FDA; 2024.
- Kennedy DA, Cooley K, Einarson TR, Seely D. Objective assessment of an ionic footbath (IonCleanse): testing its ability to remove potentially toxic elements from the body. *J Environ Public Health*. 2012;2012:258968. doi:10.1155/2012/258968.

Poglavlje Infekcije na bazenima

- Steinberg M, Bekkelund A, Røyseth IT, Hyllestad S. Swimming pool-associated infectious disease outbreaks from 2020 to 2025: an updated literature review. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. 2026;274:114787.
- Chaúque BJMM, dos Santos DL, Anvari D, Rott MB. Prevalence of free-living amoebae in swimming pools and recreational waters, a systematic review and meta-analysis. *Parasitology Research*. 2022;121:3033-3050.
- Mavridou A, Pappa O, Papatzitze O, Dioli C, Kefala AM, Drossos P, Beloukas A. Exotic Tourist Destinations and Transmission of Infections by Swimming Pools and Hot Springs-A Literature Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2018;15(12):2730. doi:10.3390/ijerph15122730.

- Bonadonna L, La Rosa G. A Review and Update on Waterborne Viral Diseases Associated with Swimming Pools. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2019;16(2):166. doi:10.3390/ijerph16020166.
- Mahy JG, Luizi F. Review on the management of water quality for bio-mineral swimming pools in Western Europe. *Environmental Monitoring and Assessment.* 2023;195:872. doi:10.1007/s10661-023-11502-4.

Poglavlje Astma i zatvoreni bazeni

- Silvestre CL, Freitas-Dias R, Costa EC, et al. Asthma risk in young people who attended chlorinated swimming pools in early childhood. *Revista Paulista de Pediatria*. 2025;43:e2024251. doi:10.1590/1984-0462/2025/43/2024251.
- Fantuzzi G, Righi E, Predieri G, et al. Airborne trichloramine levels and self-reported health symptoms in indoor swimming pool workers: dose-response relationships. *Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology*. 2013;23:88-93. doi:10.1038/jes.2012.56.
- Jacobs JH, Spaan S, van Rooy GBGJ, et al. Exposure to trichloramine and respiratory symptoms in indoor swimming pool workers. *European Respiratory Journal*. 2007;29:690-698. doi:10.1183/09031936.00024706.
- Thickett KM, McCoach JS, Gerber JM, Sadhra S, Burge PS. Occupational asthma caused by chloramines in indoor swimming-pool air. *European Respiratory Journal*. 2002;19:827-832. doi:10.1183/09031936.02.00232802.
- Pobat T, Frasca C, Bruno A, Valeriani F. Thermal Water-Supplied Swimming Pools: A Scoping Review of Regulatory Frameworks, Disinfection Challenges, and Emerging Contaminants. *Water*. 2026;18:1050. doi:10.3390/w18091050.

Poglavlje Zdravstveni rizici putovanja avionom

- Friedberg, W., & Copeland, K. (2011). *Ionizing radiation in Earth's atmosphere and in space near Earth*. Report DOT/FAA/AM-11/9. Federal Aviation Administration.
- Gil, L. (2021). *Cosmic radiation: Why we should not be worried*. International Atomic Energy Agency.
- Civil Aviation Authority. (n.d.). *Aircrew exposure to cosmic radiation*.
- Centers for Disease Control and Prevention. (2026). *Facts about radiation from air travel.*
- United Nations Information Service. (2026, February 12). *UN scientific report confirms natural background radiation remains the dominant source of public exposure worldwide*. Saopštenje o izveštaju UNSCEAR 2024, Volume II, Scientific Annex B.
- International Commission on Radiological Protection. (2016). Radiological protection from cosmic radiation in aviation. ICRP Publication 132. *Annals of the ICRP, 45*(1), 1-48.
- Miura, K., Olsen, C. M., Rea, S., Marsden, J., & Green, A. C. (2019). Do airline pilots and cabin crew have raised risks of melanoma and other skin cancers? Systematic review and meta-analysis. *British Journal of Dermatology, 181*(1), 55-64. doi: 10.1111/bjd.17586.
- Olsen, C. M., Miura, K., Dusingize, J. C., et al. (2019). Melanoma incidence in Australian commercial pilots, 2011-2016. *Occupational and Environmental Medicine, 76*(7), 462-466. doi: 10.1136/oemed-2018-105676.
- Weinmann, S., Tanaka, L. F., Schauberger, G., Osmani, V., & Klug, S. J. (2022). Breast cancer among female flight attendants and the role of the occupational exposures: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Occupational and Environmental Medicine, 64*(10), 822-830. doi: 10.1097/JOM.0000000000002606.
- Pukkala, E., Helminen, M., Haldorsen, T., et al. (2012). Cancer incidence among Nordic airline cabin crew. *International Journal of Cancer, 131*(12), 2886-2897. doi: 10.1002/ijc.27551.
- Patel, V. R., Liu, M., & Jena, A. B. (2026). Cancer-related mortality among US pilots and flight attendants. *JAMA Internal Medicine*. Advance online publication. doi: 10.1001/jamainternmed.2026.3635.
- Brace, K. (2026, August 17). *Pilots, flight attendants have greater risk of radiation-related cancer death than other professions*. Harvard Medical School. Saopštenje istraživačke ustanove sa podacima o radu Patela i saradnika.
- Grajewski, B., Whelan, E. A., Lawson, C. C., et al. (2015). Miscarriage among flight attendants. *Epidemiology, 26*(2), 192-203. doi: 10.1097/EDE.0000000000000225.
- Council of the European Union. (2014). Council Directive 2013/59/Euratom of 5 December 2013 laying down basic safety standards for protection against the dangers arising from exposure to ionising radiation. *Official Journal of the European Union, L 13*, 1-73. Articles 9, 10 and 35.
- Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health. (2024). *Aircrew and cosmic ionizing radiation*.
- Galang, R. R., & Roy, S. C. (2025). Pregnant travelers. In *CDC Yellow Book 2026: Health Information for International Travel*. Centers for Disease Control and Prevention.
- World Health Organization. Study results released on travel and blood clots. Geneva: World Health Organization; 2007 Jun 29.
- Kuipers S, Cannegieter SC, Middeldorp S, Robyn L, Büller HR, Rosendaal FR. The absolute risk of venous thrombosis after air travel: a cohort study of 8,755 employees of international organisations. *PLoS Med*. 2007;4(9):e290. doi:10.1371/journal.pmed.0040290.
- Reyes NL, Abe K. Deep vein thrombosis and pulmonary embolism. In: *CDC Yellow Book 2026: Health Information for International Travel*. Centers for Disease Control and Prevention; 2025 Apr 23.
- Clarke MJ, Broderick C, Hopewell S, Juszczak E, Eisinga A. Compression stockings for preventing deep vein thrombosis in airline passengers. *Cochrane Database Syst Rev*. 2021;4(4):CD004002. doi:10.1002/14651858.CD004002.pub4.
- Schünemann HJ, Cushman M, Burnett AE, Kahn SR, Beyer-Westendorf J, Spencer FA, et al. American Society of Hematology 2018 guidelines for management of venous thromboembolism: prophylaxis for hospitalized and nonhospitalized medical patients. *Blood Adv*. 2018;2(22):3198–3225. doi:10.1182/bloodadvances.2018022954.
- Diep R, Garcia D. Does aspirin prevent venous thromboembolism? *Hematology Am Soc Hematol Educ Program*. 2020;2020(1):634–641. doi:10.1182/hematology.2020000150.
- Mase, S. R., Gearhart, S. L., Nardell, E. A., et al. (2025). Air travel. In *CDC Yellow Book 2026: Health information for international travel.* Centers for Disease Control and Prevention. Dostupno na: https://www.cdc.gov/yellow-book/hcp/travel-air-sea/air-travel.html. CDC

- UK Civil Aviation Authority. (n.d.). *Physiology of flight*. Dostupno na: https://www.caa.co.uk/air-passengers/about-your-trip/health-and-medical/guidance-for-health-professionals/physiology-of-flight/. Civil Aviation Authority
- National Research Council. (2002). Environmental control. In *The airliner cabin environment and the health of passengers and crew*. National Academies Press. doi: 10.17226/10238. National Academies
- Muhm, J. M., Rock, P. B., McMullin, D. L., et al. (2007). Effect of aircraft-cabin altitude on passenger discomfort. *New England Journal of Medicine, 357*(1), 18-27. doi: 10.1056/NEJMoa062770. PubMed
- UK Civil Aviation Authority. (n.d.). *Cardiovascular disease*. Dostupno na: https://www.caa.co.uk/air-passengers/about-your-trip/health-and-medical/guidance-for-health-professionals/cardiovascular-disease/. Civil Aviation Authority
- Boeing. (n.d.). *787 Dreamliner by design*. Dostupno na: https://www.boeing.com/commercial/787/by-design. Boeing
- Airbus. (n.d.). *Health onboard*. Dostupno na: https://www.airbus.com/en/safety/health-onboard. Airbus
- U.S. Environmental Protection Agency. (2026). *What is a HEPA filter?* Dostupno na: https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/what-hepa-filter. US EPA
- Wick, R. L., Jr., & Irvine, L. A. (1995). The microbiological composition of airliner cabin air. *Aviation, Space, and Environmental Medicine, 66*(3), 220-224. Dostupno na: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7661830/. PubMed
- Nagda, N. L., Koontz, M. D., Konheim, A. G., et al. (1992). Measurement of cabin air quality aboard commercial airliners. Atmospheric Environment. *Part A. General Topics, 26*(12), 2203-2210. doi: 10.1016/0960-1686(92)90409-E. ScienceDirect
- Nagda, N. (1990). Investigation of cabin air quality aboard commercial airliners. In *Proceedings of Indoor Air '90* (Vol. 2, pp. 245-250). Dostupno na: https://iifiir.org/en/fridoc/investigation-of-cabin-air-quality-aboard-commercial-airliners-10599. iifiir.org
- Bekö, G., Allen, J. G., Weschler, C. J., et al. (2015). Impact of cabin ozone concentrations on passenger reported symptoms in commercial aircraft. *PLOS ONE, 10*(5), e0128454. doi: 10.1371/journal.pone.0128454. PLOS
- Noti, J. D., Blachere, F. M., McMillen, C. M., et al. (2013). High humidity leads to loss of infectious influenza virus from simulated coughs. *PLOS ONE, 8*(2), e57485. doi: 10.1371/journal.pone.0057485. DOI
- Moser, M. R., Bender, T. R., Margolis, H. S., et al. (1979). An outbreak of influenza aboard a commercial airliner. *American Journal of Epidemiology, 110*(1), 1-6. doi: 10.1093/oxfordjournals.aje.a112781. PubMed
- World Health Organization. (2008). *Tuberculosis and air travel: Guidelines for prevention and control* (3rd ed.). Dostupno na: https://www.who.int/publications/i/item/9789241547505. World Health Organization
- World Health Organization. (2026). *Cumulative number of confirmed human cases for avian influenza A(H5N1) reported to WHO, 2003-2026,* 6 September 2026. Dostupno na: https://www.who.int/publications/m/item/cumulative-number-of-confirmed-human-cases-for-avian-influenza-a(h5n1)-reported-to-who--2003-2026--6-september-2026. World Health Organization
- World Health Organization. (n.d.). *Avian influenza A(H5N1) virus.* Dostupno na: https://www.who.int/teams/global-influenza-programme/avian-influenza/avian-a-h5n1-virus. World Health Organization
- Centers for Disease Control and Prevention. (2024). *Preventing spread of diseases on airplanes: Guidance for cabin crew*. Dostupno na: https://www.cdc.gov/port-health/php/airline-guidance/preventing-spread-of-disease-guidance-for-cabin-crew.html. CDC
- Dollard, P., Griffin, I., Berro, A., et al. (2020). Risk assessment and management of COVID-19 among travelers arriving at designated U.S. airports, January 17-September 13, 2020. MMWR. *Morbidity and Mortality Weekly Report, 69*(45), 1681-1685. doi: 10.15585/mmwr.mm6945a4. CDC
- Perry, J. L., Agui, J. H., & Vijayakumar, R. (2016). *Submicron and nanoparticulate matter removal by HEPA-rated media filters and packed beds of granular materials* (NASA/TM-2016-218224). National Aeronautics and Space Administration. Dostupno na: https://ntrs.nasa.gov/citations/20170005166.

Poglavlje Morska bolest i druge tegobe izazvane kretanjem

- Golding, J. F. (2025). Motion sickness. In *CDC Yellow Book 2026: Health Information for International Travel*. Centers for Disease Control and Prevention.
- Cha, Y. H., Golding, J. F., Keshavarz, B., et al. (2021). Motion sickness diagnostic criteria: Consensus document of the Classification Committee of the Bárány Society. *Journal of Vestibular Research, 31*(5), 327-344. doi: 10.3233/VES-200005.
- Lawther, A., & Griffin, M. J. (1988). A survey of the occurrence of motion sickness amongst passengers at sea. *Aviation, Space, and Environmental Medicine, 59*(5), 399-406.
- Lackner, J. R. (2014). Motion sickness: More than nausea and vomiting. *Experimental Brain Research, 232*(8), 2493-2510. doi: 10.1007/s00221-014-4008-8.
- Koch, A., Cascorbi, I., Westhofen, M., et al. (2018). The neurophysiology and treatment of motion sickness. *Deutsches Ärzteblatt International, 115*(41), 687-696. doi: 10.3238/arztebl.2018.0687.
- Karrim, N., Byrne, R., Magula, N., & Saman, Y. (2022). Antihistamines for motion sickness. *Cochrane Database of Systematic Reviews,* (10), CD012715. doi: 10.1002/14651858.CD012715.pub2.
- Grøntved, A., Brask, T., Kambskard, J., & Hentzer, E. (1988). Ginger root against seasickness. A controlled trial on the open sea. *Acta Oto-Laryngologica, 105*(1-2), 45-49. doi: 10.3109/00016488809119444.
- Stewart, J. J., Wood, M. J., Wood, C. D., & Mims, M. E. (1991). Effects of ginger on motion sickness susceptibility and gastric function. *Pharmacology, 42*(2), 111-120. doi: 10.1159/000138781.
- Miller, K. E., & Muth, E. R. (2004). Efficacy of acupressure and acustimulation bands for the prevention of motion sickness. *Aviation, Space, and Environmental Medicine, 75*(3), 227-234.
- Germansky, M., Clark, K., Himes, J., et al. (2026). Evaluating fluid-filled glasses for motion sickness symptom mitigation in a computer-assisted rehabilitation environment (CAREN). *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation, 23,* 57. doi: 10.1186/s12984-025-01858-8.
- Cha, Y. H., Baloh, R. W., Cho, C., et al. (2020). Mal de débarquement syndrome diagnostic criteria: Consensus document of the Classification Committee of the Bárány Society. *Journal of Vestibular Research, 30*(5), 285-293. doi: 10.3233/VES-200714.

Poglavlje Dekompresiona ili ronilačka bolest

- Sanford CA, Pottinger PS, Jong EC, ur. The Travel and Tropical Medicine Manual. 5. izdanje. Elsevier; 2017. Poglavlje 11, *Dive Medicine*, autor Edmond Kay, str. 152 do 164; dodatno str. 83 i 212.
- Chimiak J, Nord DA. Scuba Diving: Decompression Illness and Other Dive-Related Injuries. *CDC Yellow Book* 2026. Ažurirano 23. aprila 2025.
- Divers Alert Network. *Decompression Sickness*. Chapter 5: Factors Contributing to Decompression Stress. Pristupljeno 6. oktobra 2026.
- Divers Alert Network. *Decompression Sickness*. Chapter 4: Treating Decompression Sickness. Pristupljeno 6. oktobra 2026.

Poglavlje Putnička dijareja kao zdravstveni problem tokom i nakon putovanja

- Bae, J.-M. (2018). Prophylactic efficacy of probiotics on travelers' diarrhea: An adaptive meta-analysis of randomized controlled trials. *Epidemiology and Health, 40*, e2018043. doi:10.4178/epih.e2018043
- Baer, A., Libassi, L., Lloyd, J. K., Benoliel, E., Brucker, R., Jones, M. Q., Kwan-Gett, T. S., McKeirnan, S., Pecha, M., Rietberg, K., Serafin, L., Walkinshaw, L. P., & Duchin, J. S. (2014). Risk factors for infections in international travelers: An analysis of travel-related notifiable communicable diseases. *Travel Medicine and Infectious Disease, 12*(5), 525–533. https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2014.05.005
- Barrett, J., & Brown, M. (2016). Travellers' diarrhoea. *BMJ, 353*, i1937. https://doi.org/10.1136/bmj.i1937
- Barrett, J., & Brown, M. (2018). Diarrhoea in travellers. *Medicine, 46*(1), 24–29. https://doi.org/10.1016/j.mpmed.2017.10.001
- Belderok, S.-M., van den Hoek, A., Kint, J. A., Schim van der Loeff, M. F., & Sonder, G. J. B. (2011). Incidence, risk factors and treatment of diarrhoea among Dutch travellers: Reasons not to routinely prescribe antibiotics. *BMC Infectious Diseases, 11*, 295. https://doi.org/10.1186/1471-2334-11-295
- Bhatti, M. M., & Enzler, M. (2017). Approach to diarrhea in returned travelers. In C. A. Sanford, P. S. Pottinger, & E. C. Jong (Eds.), *The travel and tropical medicine manual* (5th ed.). Elsevier.
- Centers for Disease Control and Prevention. (2024, October 7). *Clinical overview of salmonellosis*. CDC – Clinical overview of salmonellosis CDC.
- Centers for Disease Control and Prevention. (2024, March 14). *Signs and symptoms of Shigella infection*. CDC – Signs and symptoms of Shigella infection CDC.
- Centers for Disease Control and Prevention. (2024, May 14). *Signs of hemolytic uremic syndrome*. CDC – Signs of hemolytic uremic syndrome CDC.
- Centers for Disease Control and Prevention. (2024, May 14). *Treatment of E. coli infection*. CDC – Treatment of E. coli infection CDC.
- Connor, B. A., & Leung, D. T. (2025). Post-travel diarrhea. In *CDC Yellow Book 2026: Health information for international travel*. Centers for Disease Control and Prevention. CDC – Post-travel diarrhea CDC.
- Connor, B. A., & Leung, D. T. (2025). Travelers' diarrhea. In *CDC Yellow Book 2026: Health information for international travel*. Centers for Disease Control and Prevention. CDC – Travelers' diarrhea CDC.
- Ericsson, C. D. (2017). Traveler's diarrhea: Prevention and self-treatment. In C. A. Sanford, P. S. Pottinger, & E. C. Jong (Eds.), *The travel and tropical medicine manual* (5th ed.). Elsevier.
- Galang, R. R., & Roy, S. C. (2025). Pregnant travelers. In *CDC Yellow Book 2026: Health information for international travel*. Centers for Disease Control and Prevention. CDC – Pregnant travelers CDC.
- Giddings, S. L., Stevens, A. M., & Leung, D. T. (2016). Traveler's diarrhea. *Medical Clinics of North America, 100*(2), 317–330. https://doi.org/10.1016/j.mcna.2015.08.017
- Hall, A. J., Vinjé, J., Lopman, B., Park, G. W., Yen, C., Gregoricus, N., & Parashar, U. D. (2011). Updated norovirus outbreak management and disease prevention guidelines. *MMWR Recommendations and Reports, 60*(RR-3), 1–18.
- Huits, R., Hamer, D. H., & Libman, M. (2025). Post-travel evaluation of the ill traveler. In *CDC Yellow Book 2026: Health information for international travel.* Centers for Disease Control and Prevention. CDC – Post-travel evaluation of the ill traveler CDC.
- Larsen, S., Brun, W., Øgaard, T., & Selstad, L. (2007). Subjective food-risk judgements in tourists. *Tourism Management, 28*, 1555–1559. https://doi.org/10.1016/j.tourman.2007.02.016 ScienceDirect
- Lepp, A., & Gibson, H. (2003). Tourist roles, perceived risk and international tourism. *Annals of Tourism Research, 30*(3), 606–624. https://doi.org/10.1016/S0160-7383(03)00024-0
- Leung, A. K. C., Leung, A. A. M., Wong, A. H. C., & Hon, K. L. (2019). Travelers' diarrhea: A clinical review. *Recent Patents on Inflammation & Allergy Drug Discovery, 13*(1), 38–48. https://doi.org/10.2174/1872213X13666190514105054
- Riddle, M. S., Connor, B. A., Beeching, N. J., DuPont, H. L., Hamer, D. H., Kozarsky, P., Libman, M., Steffen, R., Taylor, D., Tribble, D. R., Vila, J., Zanger, P., & Ericsson, C. D. (2017). Guidelines for the prevention and treatment of travelers' diarrhea: A graded expert panel report. *Journal of Travel Medicine, 24*(Suppl. 1), S63–S80. https://doi.org/10.1093/jtm/tax026
- Schindler, V. M., Jaeger, V. K., Held, L., Hatz, C., & Bühler, S. (2015). Travel style is a major risk factor for diarrhoea in India: A prospective cohort study. *Clinical Microbiology and Infection, 21*(7), 676.e1–676.e4. https://doi.org/10.1016/j.cmi.2015.03.005

Poglavlje Hrana i voda tokom putovanja i boravka na destinaciji: zdravstveni rizici i mere prevencije

- Abrahale, K., Sousa, S., Albuquerque, G., Padrão, P., & Lunet, N. (2019). Street food research worldwide: A scoping review. *Journal of Human Nutrition and Dietetics, 32*(2), 152–174. https://doi.org/10.1111/jhn.12604
- Abu Elnasr, A. E., Aliane, N., & Agina, M. F. (2021). Tackling food waste in all-inclusive resort hotels in Egypt. *Processes, 9*(11), 2056. https://doi.org/10.3390/pr9112056
- Ackerley, N., Sertkaya, A., & Lange, R. (2010). Food transportation safety: Characterizing risks and controls by use of expert opinion. *Food Protection Trends, 30*(4), 212–222.
- Ajayi, O. A., & Oluwoye, J. O. (2015). Sustainable street vended foods and food safety: A conceptual framework. *International Journal of Food Safety, Nutrition and Public Health, 5*(3/4), 195–216.

- Andersen, V., Lelieveld, H. L. M., & Motarjemi, Y. (Eds.). (2023). *Food safety management: A practical guide for the food industry* (2nd ed.). Academic Press.
- Ansdell, V. E. (2025). Food poisoning from marine toxins. In *CDC Yellow Book 2026: Health information for international travel*. Centers for Disease Control and Prevention.
- Baah, N. G., Bondzi-Simpson, A., & Ayeh, J. K. (2020). How neophilia drives international tourists' acceptance of local cuisine. *Current Issues in Tourism, 23*(18), 2302–2318. https://doi.org/10.1080/13683500.2019.1619676
- Backer, H. D., Derlet, R. W., & Hill, V. R. (2024). Wilderness Medical Society clinical practice guidelines on water treatment for wilderness, international travel, and austere situations: 2024 update. *Wilderness & Environmental Medicine, 35*(1 Suppl.), S45–S66. https://doi.org/10.1177/10806032231218722
- Backer, H. D., & Hill, V. R. (2025). Water disinfection for travelers. In *CDC Yellow Book 2026: Health information for international travel*. Centers for Disease Control and Prevention.
- Bajaj, S., & Dudeja, P. (2019). Food poisoning outbreak in a religious mass gathering. *Medical Journal Armed Forces India, 75*(3), 339–343. https://doi.org/10.1016/j.mjafi.2018.12.015
- Bao, M., Pierce, G. J., Pascual, S., González-Muñoz, M., Mattiucci, S., Mladineo, I., Cipriani, P., Bušelić, I., & Strachan, N. J. C. (2017). Assessing the risk of an emerging zoonosis of worldwide concern: Anisakiasis. *Scientific Reports, 7*, 43699. https://doi.org/10.1038/srep43699
- Barjaktarović Labović, S., Joksimović, I., Galić, I., Knežević, M., & Mimović, M. (2023). Food safety behaviours among food handlers in different food service establishments in Montenegro. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 20*(2), 997. https://doi.org/10.3390/ijerph20020997
- Barjaktarović-Labović, S., Mugoša, B., Andrejević, V., Banjari, I., Jovićević, L., Đurović, D., Martinović, A., & Radojlović, J. (2018). Food hygiene awareness and practices before and after intervention in food services in Montenegro. *Food Control, 85*, 466–471. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.10.032
- Baş, M., Yüksel, M., & Çavuşoğlu, T. (2007). Difficulties and barriers for the implementing of HACCP and food safety systems in food businesses in Turkey. *Food Control, 18*(2), 124–130. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2005.09.002
- Borovčanin, D., & Kilibarda, N. (2020). Assuring good food handling practices in hospitality, financial costs and employees' attitudes: A case study from Serbia. *Meat Technology, 61*(1), 82–94. https://doi.org/10.18485/meattech.2020.61.1.8
- Brandenburg, W. E., & Ward, K. J. (2018). Mushroom poisoning epidemiology in the United States. *Mycologia, 110*(4), 637–641. https://doi.org/10.1080/00275514.2018.1479561
- Büntgen, U., Latorre, J., Egli, S., & Martínez-Peña, F. (2017). Socio-economic, scientific, and political benefits of mycotourism. *Ecosphere, 8*(7), e01870. https://doi.org/10.1002/ecs2.1870
- Camps, N., Domínguez, A., Company, M., Pérez, M., Pardos, J., Llobet, T., Usera, M. A., & Salleras, L. (2005). A foodborne outbreak of Salmonella infection due to overproduction of egg-containing foods for a festival. *Epidemiology and Infection, 133*(5), 817–822. https://doi.org/10.1017/S0950268805004504
- Carrique-Mas, J. J., Hökeberg, I., Andersson, Y., Arneborn, M., Tham, W., Danielsson-Tham, M.-L., Osterman, B., Leffler, M., Steen, M., Eriksson, E., Hedin, G., & Giesecke, J. (2003). Febrile gastroenteritis after eating on-farm manufactured fresh cheese—An outbreak of listeriosis? *Epidemiology and Infection, 130*(1), 79–86. https://doi.org/10.1017/S0950268802008014
- Centers for Disease Control and Prevention. (n.d.). Clinical overview of listeriosis.
- Chard, A. N., & Hill, V. R. (2025). Food and water precautions for travelers. In *CDC Yellow Book 2026: Health information for international travel.* Centers for Disease Control and Prevention.
- Charoensakulchai, S., Sukme, C., Chantapinya, P., Looareesuwan, P., Punrin, S., Flaherty, G., & Onwan, M. (2026). Characteristics of food-related allergic reactions during travel: A scoping literature review. *Tropical Diseases, Travel Medicine and Vaccines, 12,* 5. https://doi.org/10.1186/s40794-025-00282-z
- Chinain, M., Gatti, C. M. I., Darius, H. T., Quod, J.-P., & Tester, P. A. (2021). Ciguatera poisonings: A global review of occurrences and trends. *Harmful Algae, 102,* 101873. https://doi.org/10.1016/j.hal.2020.101873
- Chomchai, S., & Chomchai, C. (2018). Histamine poisoning from insect consumption: An outbreak investigation from Thailand. *Clinical Toxicology, 56*(2), 126–131. https://doi.org/10.1080/15563650.2017.1349320
- Choudhury, M., Mahanta, L. B., Goswami, J. S., & Mazumder, M. D. (2011). Will capacity building training interventions given to street food vendors give us safer food? A cross-sectional study from India. *Food Control, 22*(8), 1233–1239. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.01.023
- Cochrane, S., & Crevel, R. (2023). Allergens. In V. Andersen, H. L. M. Lelieveld, & Y. Motarjemi (Eds.), *Food safety management: A practical guide for the food industry* (2nd ed., pp. 65–81). Academic Press. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820013-1.00034-6
- Codex Alimentarius Commission. (2020). *Code of practice on food allergen management for food business operators (CXC 80-2020)*. FAO/WHO.
- Codex Alimentarius Commission. (2022). *General principles of food hygiene (CXC 1-1969)*. FAO/WHO.
- D'Ambrosio, G., Schirone, M., & Paparella, A. (2026). Listeria monocytogenes in ready-to-eat foods: Risk perspectives across different regulatory systems. *Foods, 15*(3), 470. https://doi.org/10.3390/foods15030470
- De Marchi, L., Wangorsch, A., & Zoccatelli, G. (2021). Allergens from edible insects: Cross-reactivity and effects of processing. *Current Allergy and Asthma Reports, 21*(5), 35. https://doi.org/10.1007/s11882-021-01012-z
- Desmarchelier, P. (2023). Safe handling of food in homes and food services. In V. Andersen, H. L. M. Lelieveld, & Y. Motarjemi (Eds.), *Food safety management: A practical guide for the food industry* (2nd ed., pp. 751–766). Academic Press. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820013-1.00033-4
- EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ). (2024). Re-evaluation of certain aspects of the EFSA Scientific Opinion of April 2010 on risk assessment of parasites in fishery products, based on new scientific data. Part 1. *EFSA Journal, 22*(4), e8719. https://doi.org/10.2903/j.efsa.2024.8719
- EFSA Scientific Committee. (2015). Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed. *EFSA Journal, 13*(10), 4257. https://doi.org/10.2903/j.efsa.2015.4257

- Eisenberg, M. S., Gaarslev, K., Brown, W., Horwitz, M., & Hill, D. (1975). Staphylococcal food poisoning aboard a commercial aircraft. *The Lancet, 306*(7935), 595–599. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(75)90183-X
- Elechi, J. O. G., Pellegrino, M., Ugal, D. B., da Silva, J. M., Jasper, P., da Costa, M. F., Stamford, T. C. M., & Restuccia, D. (2026). Risky eating behaviour and consumers' perception of food safety risk: Narrative review. *Heliyon, 12*, e45293. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2026.e45293
- European Food Safety Authority, & European Centre for Disease Prevention and Control. (2025). The European Union One Health 2024 zoonoses report. *EFSA Journal, 23*(12), e9759. https://doi.org/10.2903/j.efsa.2025.9759
- European Parliament and Council. (2004). *Regulation (EC) No 852/2004 of 29 April 2004 on the hygiene of foodstuffs*.
- European Parliament and Council. (2004). *Regulation (EC) No 853/2004 laying down specific hygiene rules for food of animal origin*.
- European Parliament and Council. (2015). *Regulation (EU) 2015/2283 of 25 November 2015 on novel foods*.
- European Parliament and Council. (2011). *Regulation (EU) No 1169/2011 on the provision of food information to consumers*.
- Evans, M. R., Roberts, R. J., Ribeiro, C. D., Gardner, D., & Kembrey, D. (1996). A milk-borne Campylobacter outbreak following an educational farm visit. *Epidemiology and Infection, 117*(3), 457–462. https://doi.org/10.1017/S0950268800059112
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, & World Health Organization. (2013). *Public health risks of histamine and other biogenic amines from fish and fishery products: Meeting report*.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, & World Health Organization. (2020). *Report of the expert meeting on ciguatera poisoning, Rome, 19–23 November 2018* (Food Safety and Quality Series No. 9).
- Fusco, V., den Besten, H. M. W., Logrieco, A. F., Perez Rodriguez, F., Skandamis, P. N., Stessl, B., & Teixeira, P. (2015). Food safety aspects on ethnic foods: Toxicological and microbial risks. *Current Opinion in Food Science, 6*, 24–32. https://doi.org/10.1016/j.cofs.2015.11.010
- Goode, B., O'Reilly, C., Dunn, J., Fullerton, K., Smith, S., Ghneim, G., Keen, J., Durso, L., Davies, M., & Montgomery, S. (2009). Outbreak of Escherichia coli O157 infections after petting zoo visits, North Carolina State Fair, October–November 2004. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine, 163*(1), 42–48. https://doi.org/10.1001/archpediatrics.2008.525
- Greillet, C. (2023). Many mushroom poisoning cases reported in 2022. *Vigil'Anses, 20*, 7–11.
- Griffith, C. J. (2023). Preventing and managing travel-related foodborne disease. In V. Andersen, H. L. M. Lelieveld, & Y. Motarjemi (Eds.), *Food safety management: A practical guide for the food industry* (2nd ed., pp. 767–797). Academic Press. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820013-1.00049-8
- Hassan, J. K., & Fweja, L. W. T. (2020). Food hygienic practices and safety measures among street food vendors in Zanzibar Urban District. *eFood, 1*, 332–338. https://doi.org/10.2991/efood.k.200619.001
- Hatakka, M. (1992). Salmonella outbreak among railway and airline passengers. *Acta Veterinaria Scandinavica, 33*(4), 253–260. https://doi.org/10.1186/BF03547291
- Hungerford, J. M. (2010). Scombroid poisoning: A review. *Toxicon, 56*(2), 231–243. https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2010.02.006
- International Flight Services Association. (2026). *World food safety guidelines for airline catering 2026* (Version 6).
- International Organization for Standardization. (2018). *Food safety management systems—Requirements for any organization in the food chain (ISO 22000:2018)*. ISO.
- Ivanović, J., Baltić, M. Ž., Bošković, M., Kilibarda, N., Dokmanović, M., Marković, R., Janjić, J., & Baltić, B. (2015). Anisakis infection and allergy in humans. *Procedia Food Science, 5*, 101–104. https://doi.org/10.1016/j.profoo.2015.09.028
- Ivanović, J., Baltić, M. Ž., Bošković, M., Kilibarda, N., Dokmanović, M., Marković, R., Janjić, J., & Baltić, B. (2017). Anisakis allergy in human. *Trends in Food Science & Technology, 59*, 25–29. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.11.006
- Iveša, N., Buršić, M., & Dulčić, J. (2025). Northernmost Mediterranean record of the silver-cheeked toadfish, Lagocephalus sceleratus (Actinopterygii, Tetraodontiformes, Tetraodontidae). *Acta Ichthyologica et Piscatoria, 55*, 77–81. https://doi.org/10.3897/aiep.55.146945
- Jalinik, M., Pawłowicz, T., Borowik, P., & Oszako, T. (2024). Mushroom picking as a special form of recreation and tourism in woodland areas—A case study of Poland. *Forests, 15*(3), 573. https://doi.org/10.3390/f15030573
- Jeaheng, Y., & Han, H. (2020). Thai street food in the fast growing global food tourism industry: Preference and behaviors of food tourists. *Journal of Hospitality and Tourism Management, 45*, 641–655. https://doi.org/10.1016/j.jhtm.2020.11.001
- Jenkins, K. A., Vaughan, G. H., Jr., Rodriguez, L. O., & Freeland, A. (2021). Acute gastroenteritis on cruise ships—Maritime Illness Database and Reporting System, United States, 2006–2019. *MMWR Surveillance Summaries, 70*(6), 1–19. https://doi.org/10.15585/mmwr.ss7006a1
- Jong, E. C. (2017). Fish and shellfish poisoning: Toxic syndromes. In C. A. Sanford, P. S. Pottinger, & E. C. Jong (Eds.), *The travel and tropical medicine manual* (5th ed., pp. 451–456). Elsevier.
- Kanwal, N., Zhang, M., Zeb, M., Hussain, M., & Wang, D. (2025). Revolutionizing food safety in the airline industry: AI-powered smart solutions. *Trends in Food Science & Technology, 159*, 104970. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2025.104970
- Kathirvel, S. (2017). Food safety during travel. In R. K. Gupta, P. Dudeja, & A. S. Minhas (Eds.), *Food safety in the 21st century: Public health perspective* (pp. 403–415). Academic Press. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801773-9.00032-7
- Katikou, P., Gokbulut, C., Kosker, A. R., Campàs, M., & Ozoğul, F. (2022). An updated review of tetrodotoxin and its peculiarities. *Marine Drugs, 20*(1), 47. https://doi.org/10.3390/md20010047
- Kilibarda, N. (2019). *Bezbednost hrane.* Univerzitet Singidunum.
- Kilibarda, N. (2020). Food safety and waste in hospitality. In W. Leal Filho, A. M. Azul, L. Brandli, P. G. Özuyar, & T. Wall (Eds.), Zero hunger: *Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals* (pp. 338–347). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-95675-6_107
- Kilibarda, N., Karabasil, N., Grbić, S., Borovčanin, D., & Đoković, F. (2020). Poslovanje hranom u ugostiteljstvu u skladu sa principima dobre prakse i sistema analize opasnosti i kritičnih kontrolnih tačaka. *Veterinarski žurnal Republike Srpske, 20*(1–2), 21–35. https://doi.org/10.7251/VETJSR2001021K
- Knowles, T. (2002). *Food safety in the hospitality industry*. Butterworth-Heinemann.

- Kraus, V., Jr., Čižmárová, B., & Birková, A. (2024). *Listeria* in pregnancy—The forgotten culprit. *Microorganisms, 12*(10), 2102. https://doi.org/10.3390/microorganisms12102102
- Latorre, J., de Frutos, P., de-Magistris, T., & Martínez-Peña, F. (2021). Segmenting tourists by their motivation for an innovative tourism product: Mycotourism. *Journal of Ecotourism, 20*(4), 311–340. https://doi.org/10.1080/14724049.2021.1892123
- Launders, N. J., Nichols, G. L., Cartwright, R., Lawrence, J., Jones, J., & Hadjichristodoulou, C. (2014). Self-reported stomach upset in travellers on cruise-based and land-based package holidays. *PLOS ONE, 9*(1), e83425. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0083425
- Li, M., Ru, S., Xu, J., Liang, J., Zhang, X., & Chen, S. (2026). Current status, challenges and control of human sparganosis worldwide: A scoping review. *Infectious Diseases of Poverty, 15*(1), 38. https://doi.org/10.1186/s40249-026-01434-9
- Luong, T.-B. (2026). Mapping the intellectual landscape of street food tourism: A bibliometric analysis of global research trends (2012–2025). *Food and Humanity, 7*, 101344. https://doi.org/10.1016/j.foohum.2026.101344
- Magnino, S., Colin, P., Dei-Cas, E., Madsen, M., McLauchlin, J., Nöckler, K., Prieto Maradona, M., Tsigarida, E., Vanopdenbosch, E., & Van Peteghem, C. (2009). Biological risks associated with consumption of reptile products. *International Journal of Food Microbiology, 134*(3), 163–175. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2009.07.001
- Ministry of Health, Labour and Welfare, Japan. (2025). *Food poisoning statistics: 2025*.
- Ministry of Health, Labour and Welfare, Japan. (n.d.). 安全なフグを提供しましょう [Let's provide safe fugu]. https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000094363.html
- Mohsin, A., Luz, A., Rodrigues, H., & Penela, D. (2024). Is halal tourism taking off in OIC and non-OIC countries? A systematic study of published research. *Journal of Islamic Marketing, 15*(4), 990–1012. https://doi.org/10.1108/JIMA-03-2023-0077
- Moira, P., Mylonopoulos, D., & Vasilopoulou, P. (2017). Kosher tourism: A case study from Greece. In R. Raj & K. Griffin (Eds.), *Conflicts, religion and culture in tourism* (pp. 144–154). CABI. https://doi.org/10.1079/9781786390646.0144
- Motarjemi, Y., & Warren, B. R. (2023). Hazard Analysis and Critical Control Point System (HACCP). In V. Andersen, H. L. M. Lelieveld, & Y. Motarjemi (Eds.), *Food safety management: A practical guide for the food industry* (2nd ed., pp. 799–818). Academic Press. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820013-1.00017-6
- Muraro, A., Worm, M., Alviani, C., Cardona, V., DunnGalvin, A., Garvey, L. H., Riggioni, C., de Silva, D., Angier, E., Arasi, S., Bellou, A., Beyer, K., Bijlhout, D., Bilò, M. B., Bindslev-Jensen, C., Brockow, K., Fernandez-Rivas, M., Halken, S., Jensen, B., . . . Roberts, G. (2022). EAACI guidelines: Anaphylaxis (2021 update). *Allergy, 77*(2), 357–377. https://doi.org/10.1111/all.15032
- Muslin, C., Salas-Brito, P., Coello, D., Morales-Jadán, D., Viteri-Dávila, C., & Coral-Almeida, M. (2025). Salmonella prevalence and serovar distribution in reptiles: A systematic review and meta-analysis. *Gut Pathogens, 17,* 52. https://doi.org/10.1186/s13099-025-00699-z
- Nascimento, J. C. N., Vilas-Boas, D. M., Leite, C. C., Martinez, V. O., Matos, J. R., Roselino, M. N., Schmidt, C. A., Lemos Junior, W. J. F., Sant'Ana, A. S., & Guimarães, A. G. (2026). Ready to eat, ready to risk? A retrospective evaluation of microbiological contamination and surveillance gaps in self-service meals in Bahia, Brazil. *Food Control, 182*, 111817. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2025.111817
- National Aeronautics and Space Administration. (2021). Food safety program for space has taken over on Earth. *NASA Spinoff 2021*.
- Ongeng, D., Geeraerd, A. H., Springael, D., Ryckeboer, J., Muyanja, C., & Mauriello, G. (2015). Fate of Escherichia coli O157:H7 and Salmonella enterica in the manure-amended soil–plant ecosystem of fresh vegetable crops: A review. *Critical Reviews in Microbiology, 41*(3), 273–294. https://doi.org/10.3109/1040841X.2013.829415
- Papastathopoulos, A., Koritos, C., & Mertzanis, C. (2021). Effects of faith-based attributes on hotel prices: The case of halal services. *International Journal of Contemporary Hospitality Management, 33*(8), 2839–2861. https://doi.org/10.1108/IJCHM-01-2021-0044
- Ponnam, H. C., Gopagoni, R., Parsi, S., Sakamuri, L., & Ravakhah, K. (2026). Mushrooms: The good, the bad, and the deadly. *Cureus, 18*(1), e102089. https://doi.org/10.7759/cureus.102089
- Proietti, I., Frazzoli, C., & Mantovani, A. (2014). Identification and management of toxicological hazards of street foods in developing countries. *Food and Chemical Toxicology, 63*, 143–152. https://doi.org/10.1016/j.fct.2013.10.047
- Rakha, A., Fatima, M., Bano, Y., Khan, M. A., Chaudhary, N., & Aadil, R. M. (2022). Safety and quality perspective of street vended foods in developing countries. *Food Control, 138*, 109001. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.109001
- Republika Srbija. (2017). Pravilnik o deklarisanju, označavanju i reklamiranju hrane. *Službeni glasnik RS*, br. 19/2017, 16/2018, 17/2020, 118/2020, 17/2022, 23/2022, 30/2022, 61/2024 – dr. pravilnik, 21/2026 i 48/2026.
- Republika Srbija. (2009). Zakon o bezbednosti hrane. *Službeni glasnik RS*, br. 41/2009 i 17/2019.
- Segbedzi, C. E., Ansah, E. W., & Apaak, D. (2025). Compliance to food safety standards: Determining the barriers within the hotel industry. *PLOS Global Public Health, 5*(11), e0002771. https://doi.org/10.1371/journal.pgph.0002771
- Semmouri, I., Janssen, C. R., & Asselman, J. (2024). Health risks associated with the consumption of sea turtles: A review of chelonitoxism incidents and the presumed responsible phycotoxins. *Science of the Total Environment, 954*, 176330. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.176330
- Silva, C. T., Hakim, M. P., Zanetta, L. D., Pinheiro, G. S. D. D., Gemma, S. F. B., & Cunha, D. T. (2021). Burnout and food safety: Understanding the role of job satisfaction and menu complexity in foodservice. *International Journal of Hospitality Management, 92*, 102705. https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2020.102705
- Slabe, D., Šparovec, E. D., & Jevšnik, M. (2022). Hygiene and food safety habits among Slovenian mountaineers. *Processes, 10*(9), 1856. https://doi.org/10.3390/pr10091856
- Smječanin, E., Obradović, Z., Žilić, A., & Pindžo, E. (2023). Barriers to the implementation and maintenance of the HACCP system in the catering sector. *Journal of Hygienic Engineering and Design, 45*, 75–87.
- Spolidoro, G. C. I., Amera, Y. T., Ali, M. M., Nyassi, S., Lisik, D., Ioannidou, A., Rovner, G., Khaleva, E., Venter, C., van Ree, R., Worm, M., Vlieg-Boerstra, B., Sheikh, A., Muraro, A., Roberts, G., & Nwaru, B. I. (2023). Frequency of food allergy in Europe: An updated systematic review and meta-analysis. *Allergy, 78*(2), 351–368. https://doi.org/10.1111/all.15560
- Suazo, P., & Viana-Lora, A. (2022). The contribution of mycological tourism to well-being, the economy and sustainable development. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 19*(24), 17027. https://doi.org/10.3390/ijerph192417027
- Sugiyama, H., Shiroyama, M., Yamamoto, I., Ishikawa, T., & Morishima, Y. (2022). Anisakiasis annual incidence and causative species, Japan, 2018–2019. *Emerging Infectious Diseases, 28*(10), 2105–2108. https://doi.org/10.3201/eid2810.220627

- Taha, S., Zanin, L. M., & Osaili, T. M. (2024). Studying the perception of leadership styles and food handlers' hygienic practices in food businesses: The role of commitment and job satisfaction as mediators. *Food Control, 157,* 110148. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2023.110148
- Tauxe, R. V., Tormey, M. P., Mascola, L., Hargrett-Bean, N. T., & Blake, P. A. (1987). Salmonellosis outbreak on transatlantic flights; foodborne illness on aircraft: 1947–1984. *American Journal of Epidemiology, 125*(1), 150–157. https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a114498
- U.S. Food and Drug Administration. (2022). *Fish and fishery products hazards and controls guidance* (June 2022 ed., Chapter 7: Scombrotoxin [histamine] formation).
- U.S. Department of Agriculture, Food Safety and Inspection Service. (n.d.). *Food safety while hiking, camping & boating*. https://www.fsis.usda.gov/food-safety/safe-food-handling-and-preparation/food-safety-basics/food-safety-while-hiking-campin
- Usman, J., & Elmir, I. (2026). Food safety and foodborne disease prevention during mass gatherings. *Mass Gathering Medicine, 7*, 100075. https://doi.org/10.1016/j.mgmed.2026.100075
- Varela Martínez, C., León Gómez, I., Martínez Sánchez, E. V., Carmona Alférez, R., Nuñez, D., Friedemann, M., Oleastro, M., & Boziaris, I. (2021). Incidence and epidemiological chara-cteristics of ciguatera cases in Europe. *EFSA Supporting Publications, 18*(5), EN-6650. https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2021.EN-6650
- Visciano, P., Schirone, M., & Paparella, A. (2020). An overview of histamine and other biogenic amines in fish and fish products. *Foods, 9*(12), 1795. https://doi.org/10.3390/foods9121795
- Vukolić, D., Radišić, M., Radišić, M., Pevac, D., Milošević, S., & Gajić, T. (2025). The role of food safety in sustainable gastronomic tourism: Insights from farm-stay tourist experiences. *Agriculture, 15*(18), 1966. https://doi.org/10.3390/agriculture15181966
- Wallace, C. A., Mortimore, S., & Motarjemi, Y. (2023). HACCP misconceptions and shortcomings. In V. Andersen, H. L. M. Lelieveld, & Y. Motarjemi (Eds.), *Food safety management: A practical guide for the food industry* (2nd ed., pp. 819–833). Academic Press. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820013-1.00051-6
- World Health Organization, & United Nations Children's Fund. (2025). *Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000–2024: Special focus on inequalities*. World Health Organization and UNICEF.
- Zandonadi, R. P., Botelho, R. B. A., Sávio, K. E. O., Akutsu, R. C. C. A., & Araújo, W. M. C. (2007). Atitudes de risco do consumidor em restaurantes de auto-serviço [Risk attitudes in self-service restaurants]. *Revista de Nutrição, 20*(1), 19–26. https://doi.org/10.1590/S1415-52732007000100002

Poglavlje Zarazne bolesti i drugi biološki rizici tokom putovanja: procena i prevencija

- Abbott, A., Chancey, R. J., & Roy, S. L. (2025). Leishmaniasis. In *CDC Yellow Book 2026: Health information for international travel*. Centers for Disease Control and Prevention. https://www.cdc.gov/yellow-book/hcp/travel-associated-infections-diseases/leishmaniasis.html
- Alvarez-Flores, M. P., Gomes, R. N., Trevisan-Silva, D., Oliveira, D. S., Batista, I. de F. C., Buri, M. V., Alvarez, A. M., DeOcesano-Pereira, C., de Souza, M. M., & Chudzinski-Tavassi, A. M. (2021). Lonomia obliqua envenoming and innovative research. *Toxins, 13*(12), 832. https://doi.org/10.3390/toxins13120832
- Angelo, K. M. (2025). Mass gatherings. In *CDC Yellow Book 2026: Health information for international travel*. Centers for Disease Control and Prevention. https://www.cdc.gov/yellow-book/hcp/travel-for-work-other/mass-gatherings.html
- Atherstone, C. J., & Stoddard, R. A. (2025). Leptospirosis. In *CDC Yellow Book 2026: Health information for international travel*. Centers for Disease Control and Prevention. https://www.cdc.gov/yellow-book/hcp/travel-associated-infections-diseases/leptospirosis.html
- Balogun, O., Brown, A., Angelo, K. M., Hochberg, N. S., Barnett, E. D., Nicolini, L. A., Asgeirsson, H., Grobusch, M. P., Leder, K., Salvador, F., Chen, L., Odolini, S., Díaz-Menéndez, M., Gobbi, F. G., Connor, B. A., Libman, M., & Hamer, D. H. (2022). Acute hepatitis A in international travellers: A GeoSentinel analysis, 2008–2020. *Journal of Travel Medicine, 29*(2), taac013. https://doi.org/10.1093/jtm/taac013
- Barnett, L. M., Crighton, E., & Isbister, G. K. (2017). Heat deactivation of Synanceia horrida stonefish venom: Implications for first-aid management. *Diving and Hyperbaric Medicine, 47*(3), 155–158. https://doi.org/10.28920/dhm47.3.155-158
- Boggild, A. K., Caumes, E., Grobusch, M. P., Schwartz, E., Hynes, N. A., Libman, M., Connor, B. A., Chakrabarti, S., Parola, P., Keystone, J. S., Nash, T., Showler, A. J., Schunk, M., Asgeirsson, H., Hamer, D. H., Kain, K. C., & GeoSentinel Surveillance Network. (2019). Cutaneous and mucocutaneous leishmaniasis in travellers and migrants: A 20-year GeoSentinel Surveillance Network analysis. *Journal of Travel Medicine, 26*(8), taz055. https://doi.org/10.1093/jtm/taz055
- Bottacini, D., Pollux, B. J. A., Nijland, R., Jansen, P. A., Naguib, M., & Kotrschal, A. (2024). Lionfish (Pterois miles) in the Mediterranean Sea: A review of the available knowledge with an update on the invasion front. *NeoBiota, 92*, 233–257. https://doi.org/10.3897/neobiota.92.110442
- Burn, L., Fletcher, M. A., Montiel, J., Ghia, C. J., Dantas, A., Kelly, P. H., & Stark, J. H. (2025). Lyme borreliosis and tick surveillance epidemiology in the WHO regions of the Americas, Eastern Mediterranean, Europe, South-East Asia, and Western Pacific: A systematic literature review (2005–2022) beyond North America (Canada, United States of America), European Union countries, and China. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases, 25*(11), 627–643. https://doi.org/10.1177/15303667251364142
- Centers for Disease Control and Prevention. (2017, December 6). *Severe acute respiratory syndrome (SARS)*. https://archive.cdc.gov/www_cdc_gov/sars/index.html
- Centers for Disease Control and Prevention. (2025). *Clinical signs and symptoms of West Nile virus disease*. https://www.cdc.gov/west-nile-virus/hcp/clinical-signs/index.html
- Centers for Disease Control and Prevention. (2025, July 7). *Preventing Vibrio infection*. https://www.cdc.gov/vibrio/prevention/
- Centers for Disease Control and Prevention. (2025, May 28). *Malaria surveillance, United States, 2022*. https://www.cdc.gov/malaria/php/surveillance-report/2022.html
- Centers for Disease Control and Prevention. (2026). *Preventing West Nile*. https://www.cdc.gov/west-nile-virus/prevention/index.htm
- Centers for Disease Control and Prevention. (2026, February 11). *Clinical overview of Strongyloides*. https://www.cdc.gov/strongyloides/hcp/clinical-overview/
- Chang, A., & Yeh, M. (2025). Poisonings, envenomations, and toxic exposures during travel. In *CDC Yellow Book 2026: Health information for international travel*. Centers for Disease Control and Prevention. https://www.cdc.gov/yellow-book/hcp/environmental-hazards-risks/poisonings-envenomations-and-toxic-exposures-during-travel.html

- Chatzispyrou, A., & Koutsikopoulos, C. (2023). Diversity and distribution of skates and rays in Greek waters. *Diversity, 15*(1), 55. https://doi.org/10.3390/d15010055
- Chen, L. H., & Bourque, D. L. (2025). The pre-travel consultation. In *CDC Yellow Book 2026: Health information for international travel*. Centers for Disease Control and Prevention. https://www.cdc.gov/yellow-book/hcp/preparing-international-travelers/the-pre-travel-consultation.html
- Connelly, C. R., & Gimnig, J. E. (2025). Mosquitoes, ticks, and other arthropods. In *CDC Yellow Book 2026: Health information for international travel*. Centers for Disease Control and Prevention. https://www.cdc.gov/yellow-book/hcp/environmental-hazards-risks/mosquitoes-ticks-and-other-arthropods.html
- Cossaboom, C. M., Wallace, R. M., & Barton Behravesh, C. (2025). Zoonotic exposures: Bites, scratches, and other hazards. In *CDC Yellow Book 2026: Health information for international travel*. Centers for Disease Control and Prevention. https://www.cdc.gov/yellow-book/hcp/environmental-hazards-risks/zoonotic-exposures.html
- Delegacija Evropske unije u Republici Srbiji. (2026). *Evropska unija ukinula titar test za putovanje kućnih ljubimaca*. https://europa.rs/evropska-unija-ukinula-titar-test-za-putovanje-kucnih-ljubimaca/
- Diaz, J. H. (2015). Marine Scorpaenidae envenomation in travelers: Epidemiology, management, and prevention. *Journal of Travel Medicine, 22*(4), 251–258. https://doi.org/10.1111/jtm.12206
- Díaz-Menéndez, M., Castilletti, C., O'Laughlin, K., Itani, O., Asgeirsson, H., Vázquez González, A., Norman, F. F., Perret, C., Rothe, C., Deiana, M., Malagò, S., Corman, V. M., Equihua Martinez, G., Alcedo, S., Clark, E., Odolini, S., Camprubí Ferrer, D., Gobbi, F. G., Hamer, D. H., . . . Huits, R. (2026). Epidemiological and genomic features of chikungunya virus disease in travellers returning from Cuba, September 2025 to January 2026: A GeoSentinel analysis. *Eurosurveillance, 31*(16), 2600286. https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2026.31.16.2600286
- Djuric, P., Jovanovic, V., Drakulovic, M., Despot, M., Malinic, J., Beljin, A., Protic, J., Divljakovic, A., Milosavljevic, S., & Mebonia, N. (2024). Serbia multidisciplinary approach for surveillance and risk identification – The "One Health" information for action. *European Journal of Public Health, 34*(Supplement_3), ckae144.280. https://doi.org/10.1093/eurpub/ckae144.280
- Dragičević, B., & Ugarković, P. (2025). Invasion underway: Exceptional number of records of the devil firefish Pterois miles (Bennett, 1828) in the eastern Adriatic Sea (Croatian coast). *Acta Adriatica, 66*(1), 69–81. https://doi.org/10.32582/aa.66.1.7
- Dragičević, B., Ugarković, P., Krželj, M., Zurub, D., & Dulčić, J. (2021). New record of Pterois cf. miles (Actinopterygii: Scorpaeniformes: Scorpaenidae) from the eastern middle Adriatic Sea (Croatian waters): Northward expansion. *Acta Ichthyologica et Piscatoria, 51*(4), 379–383. https://doi.org/10.3897/aiep.51.75811
- Duvignaud, A., Stoney, R. J., Angelo, K. M., Chen, L. H., Cattaneo, P., Motta, L., Gobbi, F. G., Bottieau, E., Bourque, D. L., Popescu, C. P., Glans, H., Asgeirsson, H., Oliveira-Souto, I., Vaughan, S. D., Amatya, B., Norman, F. F., Waggoner, J., Díaz-Menéndez, M., Beadsworth, M., . . . Huits, R. (2024). Epidemiology of travel-associated dengue from 2007 to 2022: A GeoSentinel analysis. *Journal of Travel Medicine, 31*(7), taae089. https://doi.org/10.1093/jtm/taae089
- European Centre for Disease Prevention and Control. (n.d.). *Factsheet about borreliosis*. https://www.ecdc.europa.eu/en/borreliosis/facts/factsheet
- Franco, J. R., Cecchi, G., Priotto, G., Paone, M., Kadima Ebeja, A., Simarro, P. P., Diarra, A., Sankara, D., Zhao, W., & Dagne, D. A. (2022). Human African trypanosomiasis cases diagnosed in non-endemic countries (2011–2020). *PLOS Neglected Tropical Diseases, 16*(11), e0010885. https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0010885
- Francois Watkins, L. K., Shih, D. C., & Dorough, L. (2025). Typhoid and paratyphoid fever. In *CDC Yellow Book 2026: Health information for international travel*. Centers for Disease Control and Prevention. https://www.cdc.gov/yellow-book/hcp/travel-associated-infections-diseases/typhoid-and-paratyphoid-fever.html
- Gassowski, M., Michaelis, K., Wenzel, J. J., Faber, M., Figoni, J., Mouna, L., Friesema, I. H. M., Vennema, H., Avellon, A., Varela, C., Sundqvist, L., Lundberg Ederth, J., Plunkett, J., Balogun, K., Ngui, S. L., Midgley, S. E., Gillesberg Lassen, S., & Müller, L. (2018). Two concurrent outbreaks of hepatitis A highlight the risk of infection for non-immune travellers to Morocco, January to June 2018. *Eurosurveillance, 23*(27), 1800329. https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2018.23.27.1800329
- Gautret, P., Angelo, K. M., Asgeirsson, H., Duvignaud, A., van Genderen, P. J. J., Bottieau, E., Chen, L. H., Parker, S., Connor, B. A., Barnett, E. D., Libman, M., Hamer, D. H., & GeoSentinel Network. (2019). International mass gatherings and travel-associated illness: A GeoSentinel cross-sectional, observational study. *Travel Medicine and Infectious Disease, 32*, 101504. https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2019.101504
- Ghai, R. R., Sajewski, E. T., Blass, M., Belles, H., Dishman, H., Gabel, J., Dell, B., Harper, M., Oltean, H. N., Smith, O., Ogwuegbu, E., Zaheer, S., Jordan, A., Lyman, M., Hennessee, I., & Toda, M. (2025). Cave-associated histoplasmosis outbreak among travelers returning from Costa Rica—Georgia, Texas, and Washington, December 2024–January 2025. *Morbidity and Mortality Weekly Report, 74*(17), 289–292. https://doi.org/10.15585/mmwr.mm7417a1
- Goodson, J. L., & Filardo, T. D. (2025). Measles (rubeola). In *CDC Yellow Book 2026: Health information for international travel.* Centers for Disease Control and Prevention. https://www.cdc.gov/yellow-book/hcp/travel-associated-infections-diseases/measles-rubeola.html
- Gorman, L. M., Judge, S. J., Fezai, M., Jemaà, M., Harris, J. B., & Caldwell, G. S. (2020). The venoms of the lesser (*Echiichthys vipera*) and greater (*Trachinus draco*) weever fishes: A review. *Toxicon: X, 6,* 100025. https://doi.org/10.1016/j.toxcx.2020.100025
- Gregory, C. O., & Hall, A. J. (2025). COVID-19. In *CDC Yellow Book 2026: Health information for international travel*. Centers for Disease Control and Prevention. https://www.cdc.gov/yellow-book/hcp/travel-associated-infections-diseases/covid-19.html
- Haddad, V., Jr. (2026). Sea urchin injuries on the Brazilian coast: Epidemiological and clinical aspects. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, 59*, e0314-2025. https://doi.org/10.1590/0037-8682-0314-2025
- Hagmann, S. H. F., & Norton, S. A. (2025). What to do when sick abroad. In *CDC Yellow Book 2026: Health information for international travel.* Centers for Disease Control and Prevention. https://www.cdc.gov/yellow-book/hcp/health-care-abroad/what-to-do-when-sick-abroad.html
- Hagmann, S. H. F., Angelo, K. M., Huits, R., Plewes, K., Eperon, G., Grobusch, M. P., McCarthy, A., Libman, M., Caumes, E., Leung, D. T., Asgeirsson, H., Jensenius, M., Schwartz, E., Sánchez-Montalvá, A., Kelly, P., Pandey, P., Leder, K., Bourque, D. L., Yoshimura, Y., . . . Hamer, D. H. (2020). Epidemiological and clinical characteristics of international travelers with enteric fever and antibiotic resistance profiles of their isolates: A GeoSentinel analysis. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy, 64*(11), e01084-20. https://doi.org/10.1128/AAC.01084-20

- Harfouche, M., AlMukdad, S., Alareeki, A., Osman, A. M. M., Gottlieb, S., Rowley, J., Abu-Raddad, L. J., & Looker, K. J. (2025). Estimated global and regional incidence and prevalence of herpes simplex virus infections and genital ulcer disease in 2020: Mathematical modelling analyses. *Sexually Transmitted Infections, 101*(4), 214–223. https://doi.org/10.1136/sextrans-2024-056307
- Heitzinger, K., Hughes, M. J., & Shih, D. C. (2025). Cholera. In *CDC Yellow Book 2026: Health information for international travel.* Centers for Disease Control and Prevention. https://www.cdc.gov/yellow-book/hcp/travel-associated-infections-diseases/cholera.html
- Hills, S. L., & Gould, C. V. (2025). Tick-borne encephalitis. In *CDC Yellow Book 2026: Health information for international travel*. Centers for Disease Control and Prevention. https://www.cdc.gov/yellow-book/hcp/travel-associated-infections-diseases/tick-borne-encephalitis.html
- Hills, S. L., & Lindsey, N. P. (2026). Japanese encephalitis. In *CDC Yellow Book 2026: Health information for international travel.* Centers for Disease Control and Prevention. https://www.cdc.gov/yellow-book/hcp/travel-associated-infections-diseases/japanese-encephalitis.html
- Hofmeister, M. G., & Weng, M. K. (2025). Hepatitis A. In *CDC Yellow Book 2026: Health information for international travel*. Centers for Disease Control and Prevention. https://www.cdc.gov/yellow-book/hcp/travel-associated-infections-diseases/hepatitis-a.html
- Huits, R., Buonfrate, D., O'Laughlin, K., Hamer, D. H., Libman, M., & GeoSentinel Network. (2025). Measles importations by international travelers, GeoSentinel 2019–2025. *Travel Medicine and Infectious Disease, 67*, 102885. https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2025.102885
- Huits, R., Hamer, D. H., & Libman, M. (2025). Post-travel evaluation of the ill traveler. In *CDC Yellow Book 2026: Health information for international travel*. Centers for Disease Control and Prevention. https://www.cdc.gov/yellow-book/hcp/post-travel-evaluation/post-travel-evaluation-of-the-ill-traveler.html
- Institut za javno zdravlje Srbije„Dr Milan Jovanović Batut". (2025). *Informacija o aktuelnoj epidemiološkoj situaciji groznice Zapadnog Nila na teritoriji Republike Srbije u 2025. godini: 33. nedelja (11–17. avgusta 2025. godine)*. https://www.batut.org.rs/download/aktuelno/GZN33ned2025.pdf
- Isbister, G. K., & Bawaskar, H. S. (2014). Scorpion envenomation. *The New England Journal of Medicine, 371*(5), 457–463. https://doi.org/10.1056/NEJMra1401108
- Isbister, G. K., & Fan, H. W. (2011). Spider bite. *The Lancet, 378*(9808), 2039–2047. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(10)62230-1
- Jereb, J. A. (2025). Tuberculosis. In *CDC Yellow Book 2026: Health information for international travel*. Centers for Disease Control and Prevention. https://www.cdc.gov/yellow-book/hcp/travel-associated-infections-diseases/tuberculosis.html
- Katzer, R. J., Schultz, C., Pham, K., & Sotelo, M. A. (2022). The natural history of stingray injuries. *Prehospital and Disaster Medicine, 37*(3), 350–354. https://doi.org/10.1017/S1049023X22000565
- Kim, J.-H., Kim, H.-S., Kim, J.-S., & Lee, J.-S. (2023). Tetrodotoxin and the blue-ringed octopus Hapalochlaena fasciata in Korea. *Toxins, 15*(4), 279. https://doi.org/10.3390/toxins15040279
- Kohn, A. J. (2019). Human injuries and fatalities due to venomous marine snails of the family Conidae. *Toxins, 11*(1), 10. https://doi.org/10.3390/toxins11010010
- Kracalik, I., Ham, D. C., McAllister, G., Smith, A. R., Vowles, M., Kauber, K., Zambrano, M., Rodriguez, G., Garner, K., Chorbi, K., Cassidy, P. M., McBee, S., Stoney, R. J., Moser, K., Villarino, M. E., Zazueta, O. E., Bhatnagar, A., Sula, E., Stanton, R. A., . . . Verona Integron-Encoded Metallo-β-Lactamase–Producing Carbapenem-Resistant Pseudomonas aeruginosa Medical Tourism Investigation Team. (2022). Extensively drug-resistant carbapenemase-producing Pseudomonas aeruginosa and medical tourism from the United States to Mexico, 2018–2019. *Emerging Infectious Diseases, 28*(1), 51–61. https://doi.org/10.3201/eid2801.211880
- LaRocque, R. C., & Ryan, E. T. (2025). Post-travel respiratory infections. In *CDC Yellow Book 2026: Health information for international travel*. Centers for Disease Control and Prevention. https://www.cdc.gov/yellow-book/hcp/post-travel-evaluation/post-travel-respiratory-infections.html
- Libman, M., & Barkati, S. (2025). Perspectives: Screening asymptomatic travelers. In *CDC Yellow Book 2026: Health information for international travel*. Centers for Disease Control and Prevention. https://www.cdc.gov/yellow-book/hcp/post-travel-evaluation/perspectives-screening-asymptomatic-travelers.html
- Lovey, T., Hasler, R., Gautret, P., & Schlagenhauf, P. (2023). Travel-related respiratory symptoms and infections in travellers (2000–22): A systematic review and meta-analysis. *Journal of Travel Medicine, 30*(5), taad081. https://doi.org/10.1093/jtm/taad081
- Marković-Denić, L., Skodrić-Trifunović, V., Žugić, V., Radojić, D., & Stevanović, G. (2010). The first outbreak of brucellosis in the region of Sabac. *Vojnosanitetski pregled, 67*(8), 634–637. https://doi.org/10.2298/VSP1008634M
- Martin, S. W., Meaney-Delman, D., & Staples, J. E. (2025). Zika. In *CDC Yellow Book 2026: Health information for international travel*. Centers for Disease Control and Prevention. https://www.cdc.gov/yellow-book/hcp/travel-associated-infections-diseases/zika.html
- McCormick, D. W., & Nicholson, W. L. (2025). Rickettsial diseases. In *CDC Yellow Book 2026: Health information for international travel*. Centers for Disease Control and Prevention. https://www.cdc.gov/yellow-book/hcp/travel-associated-infections-diseases/rickettsial-diseases.html
- McNamara, L. A., & Rubis, A. B. (2025). Meningococcal disease. In *CDC Yellow Book 2026: Health information for international travel*. Centers for Disease Control and Prevention. https://www.cdc.gov/yellow-book/hcp/travel-associated-infections-diseases/meningococcal-disease.html
- Ministry of Health, Kingdom of Saudi Arabia. (2026). *Health requirements and recommendations for travelers to Saudi Arabia for Hajj 1447H (2026)*. https://www.moh.gov.sa/en/healthawareness/pilgrims-health/pages/default.aspx
- Moriarty, L. F., Plucinski, M. M., Marston, B. J., Kurbatova, E. V., Knust, B., Murray, E. L., Pesik, N., Rose, D., Fitter, D., Kobayashi, M., Toda, M., Cantey, P. T., Scheuer, T., Halsey, E. S., Cohen, N. J., Stockman, L., Wadford, D. A., Medley, A. M., Green, G., . . . Solano County COVID-19 Team. (2020). Public health responses to COVID-19 outbreaks on cruise ships—Worldwide, February–March 2020. *Morbidity and Mortality Weekly Report, 69*(12), 347–352. https://doi.org/10.15585/mmwr.mm6912e3
- Muehlenbein, M. P., Angelo, K. M., Schlagenhauf, P., Chen, L., Grobusch, M. P., Gautret, P., Duvignaud, A., Chappuis, F., Kain, K. C., Bottieau, E., Epelboin, L., Shaw, M., Hynes, N., Hamer, D. H., & GeoSentinel Surveillance Network. (2020). Traveller exposures to animals: A GeoSentinel analysis. *Journal of Travel Medicine, 27*(7), taaa010. https://doi.org/10.1093/jtm/taaa010
- Nigeria Centre for Disease Control and Prevention. (2026). *An update of Lassa fever outbreak in Nigeria*. https://ncdc.gov.ng/diseases/sitreps/

- Peng, X., Liu, K.-T., Chen, J.-B., Yan, Z.-H., Danso, B., Wang, M.-K., Peng, Z.-Y., & Xiao, L. (2024). Jellyfish stings: A review of skin symptoms, pathophysiology, and management. *Medical Science Monitor, 30*, e944265. https://doi.org/10.12659/MSM.944265
- Pustahija, T., Medić, S., Vuković, V., Lozanov-Crvenković, Z., Patić, A., Štrbac, M., Jovanović, V., Dimitrijević, D., Milinković, M., Kosanović, M. L., Maltezou, H. C., Mellou, K., Musa, S., Bakić, M., Medenica, S., Sokolovska, N., Vukmir Rodić, N., Devrnja, M., Ristić, M., & Petrović, V. (2024). Epidemiology of Q fever in Southeast Europe for a 20-year period (2002–2021). *Journal of Epidemiology and Global Health, 14*(3), 1305–1318. https://doi.org/10.1007/s44197-024-00288-4
- Pustahija, T., Vuković, V., Ristić, M., Medić, S., Tomašević, T., Rajčević, S., Štrbac, M., Savić, S., & Grgić, Ž. (2021). Epidemiological characteristics of leptospirosis in Vojvodina, Serbia, 2009–2018, from the aspect of One Health. *Archives of Veterinary Medicine, 14*(1), 69–84. https://doi.org/10.46784/eavm.v14i1.267
- Rezza, G., Nicoletti, L., Angelini, R., Romi, R., Finarelli, A. C., Panning, M., Cordioli, P., Fortuna, C., Boros, S., Magurano, F., Silvi, G., Angelini, P., Dottori, M., Ciufolini, M. G., Majori, G. C., Cassone, A., & CHIKV Study Group. (2007). Infection with chikungunya virus in Italy: An outbreak in a temperate region. *The Lancet, 370*(9602), 1840–1846. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(07)61779-6
- Ridpath, A. D., & Wallender, E. (2025). Malaria. In *CDC Yellow Book 2026: Health information for international travel*. Centers for Disease Control and Prevention. https://www.cdc.gov/yellow-book/hcp/travel-associated-infections-diseases/malaria.html
- Saggiomo, S. L., Seymour, J. E., & Seymour, J. (2021). Stonefish (Synanceia spp.) envenomation: A review. *Marine Drugs, 19*(6), 302. https://doi.org/10.3390/md19060302
- Sánchez-González, L., Adams, L. E., & Paz-Bailey, G. (2025). Dengue. In *CDC Yellow Book 2026: Health information for international travel*. Centers for Disease Control and Prevention. https://www.cdc.gov/yellow-book/hcp/travel-associated-infections-diseases/dengue.html
- Sanford, C. A., Pottinger, P. S., & Jong, E. C. (Eds.). (2017). *The travel and tropical medicine manual* (5th ed.). Elsevier.
- Schnabel, D., Esposito, D. H., Gaines, J., Ridpath, A., Barry, M. A., Feldman, K. A., Mullins, J., Burns, R., Ahmad, N., Nyangoma, E. N., Nguyen, D. B., Perz, J. F., Moulton-Meissner, H. A., Jensen, B. J., Lin, Y., Posivak-Khouly, L., Jani, N., Morgan, O. W., Brunette, G. W., . . . RGM Outbreak Investigation Team. (2016). Multistate US outbreak of rapidly growing mycobacterial infections associated with medical tourism to the Dominican Republic, 2013–2014. *Emerging Infectious Diseases, 22*(8), 1340–1347. https://doi.org/10.3201/eid2208.151938
- Seifert, S. A., Armitage, J. O., & Sanchez, E. E. (2022). Snake envenomation. *The New England Journal of Medicine, 386*(1), 68–78. https://doi.org/10.1056/NEJMra2105228
- Sejvar, J., Bancroft, E., Winthrop, K., Bettinger, J., Bajani, M., Bragg, S., Shutt, K., Kaiser, R., Marano, N., Popovic, T., Tappero, J., Ashford, D., Mascola, L., Vugia, D., Perkins, B., Rosenstein, N., & Eco-Challenge Investigation Team. (2003). Leptospirosis in "Eco-Challenge" athletes, Malaysian Borneo, 2000. *Emerging Infectious Diseases, 9*(6), 702–707. https://doi.org/10.3201/eid0906.020751
- Shiferaw, W., Martin, B. M., Dean, J. A., Mills, D., Lau, C., Paterson, D., Koh, K., Eriksson, L., & Furuya-Kanamori, L. (2024). A systematic review and meta-analysis of sexually transmitted infections and blood-borne viruses in travellers. *Journal of Travel Medicine, 31*(4), taae038. https://doi.org/10.1093/jtm/taae038
- Simaiakis, S. M., Giokas, S., & Korsós, Z. (2011). Morphometric and meristic diversity of the species Scolopendra cingulata Latreille, 1829 (Chilopoda: Scolopendridae) in the Mediterranean region. *Zoologischer Anzeiger, 250*(1), 67–79. https://doi.org/10.1016/j.jcz.2010.11.006
- Srinivasan, R., Angulo, F. J., Duench, S., Davidson, A., Kelly, P. H., Riddle, M. S., Halsby, K., Pilz, A., Steffen, R., & Stark, J. H. (2025). Tick-borne encephalitis in international travellers: A systematic review and vaccine recommendations. *Journal of Travel Medicine, 32*(8), taaf115. https://doi.org/10.1093/jtm/taaf115
- Staples, J. E., & O'Laughlin, K. (2025). Yellow fever. In *CDC Yellow Book 2026: Health information for international travel.* Centers for Disease Control and Prevention. https://www.cdc.gov/yellow-book/hcp/travel-associated-infections-diseases/yellow-fever.html
- Staples, J. E., Hills, S. L., & Powers, A. M. (2026). Chikungunya. In *CDC Yellow Book 2026: Health information for international travel*. Centers for Disease Control and Prevention. https://www.cdc.gov/yellow-book/hcp/travel-associated-infections-diseases/chikungunya.html
- Stoney, R. J., & Leidel, L. (2025). Medical tourism. In *CDC Yellow Book 2026: Health information for international travel*. Centers for Disease Control and Prevention. https://www.cdc.gov/yellow-book/hcp/health-care-abroad/medical-tourism.html
- Straily, A., & Secor, W. E. (2025). Schistosomiasis. In *CDC Yellow Book 2026: Health information for international travel*. Centers for Disease Control and Prevention. https://www.cdc.gov/yellow-book/hcp/travel-associated-infections-diseases/schistosomiasis.html
- Taylor, M. M., & Park, I. U. (2025). Sex and travel. In *CDC Yellow Book 2026: Health information for international travel*. Centers for Disease Control and Prevention. https://www.cdc.gov/yellow-book/hcp/travel-for-work-other/sex-and-travel.html
- Tomović, M., Škiljević, D., Živanović, D., Tanasilović, S., Vesić, S., Đaković, Z., Vukićević, J., Pavlović, M. D., & Medenica, L. (2008). Two cases of probable endogenous extensive cutaneous larva migrans in Serbia. *Acta Dermatovenerologica Alpina, Pannonica et Adriatica, 17*(1), 37–40.
- Valleau, M., & Szablewski, C. M. (2025). Influenza. In *CDC Yellow Book 2026: Health information for international travel*. Centers for Disease Control and Prevention. https://www.cdc.gov/yellow-book/hcp/travel-associated-infections-diseases/influenza.html
- Vasconez-Gonzalez, J., Alexander-León, H., Noboa-Lasso, M. de L., Izquierdo-Condoy, J. S., Puente-Villamarín, E., & Ortiz-Prado, E. (2025). Scorpionism: A neglected tropical disease with global public health implications. *Frontiers in Public Health, 13,* 1603857. https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1603857
- Veraldi, S., Çuka, E., & Gaiani, F. (2014). Scolopendra bites: A report of two cases and review of the literature. *International Journal of Dermatology, 53*(7), 869–872. https://doi.org/10.1111/ijd.12434
- Wallace, R. M., & Shlim, D. R. (2025). Rabies. In *CDC Yellow Book 2026: Health information for international travel*. Centers for Disease Control and Prevention. https://www.cdc.gov/yellow-book/hcp/travel-associated-infections-diseases/rabies.html
- Wanat, K. A., & Norton, S. A. (2025). Post-travel dermatologic conditions. In *CDC Yellow Book 2026: Health information for international travel*. Centers for Disease Control and Prevention. https://www.cdc.gov/yellow-book/hcp/post-travel-evaluation/post-travel-dermatologic-conditions.html
- Wendt, E. M., Tobolowsky, F. A., Priotto, G., Franco, J. R., & Chancey, R. (2025). Notes from the field: Rhodesiense human African trypanosomiasis (sleeping sickness) in a traveler returning from Zimbabwe—United States, August 2024. *Morbidity and Mortality Weekly Report, 74*(9), 158–159. https://doi.org/10.15585/mmwr.mm7409a3

- Wolf, T., Ellwanger, R., Goetsch, U., Wetzstein, N., & Gottschalk, R. (2020). Fifty years of imported Lassa fever: A systematic review of primary and secondary cases. *Journal of Travel Medicine, 27*(4), taaa035. https://doi.org/10.1093/jtm/taaa035
- World Health Organization Regional Office for the Eastern Mediterranean. (2026, June 11). *MERS situation update: May 2026*. https://applications.emro.who.int/docs/WHOEMCSR874E-eng.pdf
- World Health Organization. (2015). Hepatitis E vaccine: WHO position paper, May 2015. *Weekly Epidemiological Record, 90*(18), 185–200. https://www.who.int/publications/i/item/WER9018-185-200
- World Health Organization. (2015, July 24). *Summary of probable SARS cases with onset of illness from 1 November 2002 to 31 July 2003*. https://www.who.int/publications/m/item/summary-of-probable-sars-cases-with-onset-of-illness-from-1-november-2002-to-31-july-2003
- World Health Organization. (2017). *Plague – Madagascar*. https://www.who.int/emergencies/disease-outbreak-news/item/02-november-2017-plague-madagascar-en
- World Health Organization. (2022). *Plague*. https://www.who.int/vietnam/news/fact-sheets/detail/plague
- World Health Organization. (2024). *International travel and health: Module 1. General health risks and considerations for travellers.* https://www.who.int/publications/i/item/9789240093584
- World Health Organization. (2024, December 5). *Lassa fever*. https://www.who.int/vietnam/news/fact-sheets/detail/lassa-fever
- World Health Organization. (2024, June 5). *Rabies*. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/rabies
- World Health Organization. (2024, March 5). *Human papillomavirus and cancer* https://www.who.int/news-room/fact-shs/detail/human-papilloma-virus-and-cancer
- World Health Organization. (2025). *Guidelines for the management of asymptomatic sexually transmitted infections*. https://www.who.int/publications/i/item/9789240104907
- World Health Organization. (2025). *International travel and health: Module 4. Vaccine-preventable diseases and vaccines*. https://www.who.int/publications/i/item/9789240113350
- World Health Organization. (2025). *World malaria report 2025: Addressing the threat of antimalarial drug resistance*. https://www.who.int/publications/i/item/9789240117822
- World Health Organization. (2025, November 21). *Chlamydia*. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/chlamydia
- World Health Organization. (2025, April 24). *Ebola disease*. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ebola-disease
- World Health Organization. (2025, December 11). *Middle East respiratory syndrome coronavirus (MERS-CoV)*. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/middle-east-respiratory-syndrome-coronavirus-%28mers-cov%29
- World Health Organization. (2025, January 20). *Marburg virus disease*. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/marburg-virus-disease
- World Health Organization. (2025, May 30). *Herpes simplex virus*. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/herpes-simplex-virus
- World Health Organization. (2025, November 19). *Enhanced Gonococcal Antimicrobial Surveillance Programme (EGASP): Gonorrhoea treatment optimization, 2025 report*. https://www.who.int/publications/i/item/9789240117297
- World Health Organization. (2025, November 21). *Chlamydia*. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/chlamydia
- World Health Organization. (2025, October 22). *Gonorrhoea (Neisseria gonorrhoeae infection)*. https://www.who.int/vietnam/news/fact-sheets/detail/gonorrhoea-%28neisseria-gonorrhoeae-infection%29
- World Health Organization. (2025, October 22). *Multi-drug resistant gonorrhoea*. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/multi-drug-resistant-gonorrhoea
- World Health Organization. (2025, September 10). *Sexually transmitted infections (STIs)*. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/sexually-transmitted-infections-%28stis%29
- World Health Organization. (2026, August 6). *WHO COVID-19 global risk assessment-Version 10*. https://www.who.int/publications/m/item/covid-19-global-risk-assessment--version-10
- World Health Organization. (2026, July 27). *HIV and AIDS*. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/hiv-aids
- World Health Organization. (2026, July 28). *Hepatitis B*. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/hepatitis-b
- World Health Organization. (2026, July 28). *Hepatitis C*. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/hepatitis-c
- World Health Organization. (2026, July 28). *Hepatitis E*. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/hepatitis-e
- World Health Organization. (2026, October 8). *Ebola disease caused by Bundibugyo virus – Democratic Republic of the Congo*. https://www.who.int/emergencies/disease-outbreak-news/item/2026-DON619
- World Health Organization. (2026, September 17). *Snakebite envenoming*. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/snakebite-envenoming
- World Health Organization. (2026, September 9). *Ebola vaccines*. https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/ebola-vaccines
- Yuan, I. H., & Golden, D. B. K. (2023). Wings and stings: Hymenoptera on vacation. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology, 130*(4), 429–437. https://doi.org/10.1016/j.anai.2023.01.017

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

613-057.68(075.8)
338.48-6:615.8(075.8)

СТАНИШИЋ Дракулић, Светлана, 1979-
Turizam i zdravlje / Svetlana Stanišić Drakulić, Nataša Kilibarda. - 1. izd. - Beograd : Univerzitet Singidunum, 2026 (Beograd : Caligraph,). - XI, 421 str. : ilustr. ; 24 cm

Tiraž 700. - Bibliografija: str. 393-[422].

ISBN 978-86-7912-874-4

1. Килибарда, Наташа, 1979- [autor]

a) Туристи -- Здравље b) Здравствени туризам

COBISS.SR-ID 204257545

© 2026
Sva prava zadržana. Nijedan deo ove publikacije ne može biti reprodukovan u bilo kom vidu i putem bilo kog medija, u delovima ili celini bez prethodne pismene saglasnosti izdavača.

www.singidunum.ac.rs

9 788679 128744

Turizam i zdravlje

SVETLANA STANIŠIĆ DRAKULIĆ
NATAŠA KILIBARDA

Udžbenik polazi od tema bliskih svakodnevnom životu, poput stresa, sna, ishrane i fizičke aktivnosti, i povezuje ih sa uslovima putovanja i osobenostima destinacija. Razmatraju se značaj kvaliteta vazduha i vode, kao i uticaji boravka na moru, sunčevog zračenja, visokih temperatura i nadmorske visine na zdravlje. U okviru balneologije obrađuju se mogućnosti i ograničenja primene prirodnih lekovitih činilaca i njihovo mesto u zdravstvenom turizmu.

Posebno mesto zauzimaju savremene *wellness* prakse, zdravo starenje i procena tvrdnji o zdravstvenim koristima različitih proizvoda i usluga. U oblasti u kojoj se naučna saznanja prepliću sa tradicijom, ličnim iskustvima i marketingom, važno je razumeti na čemu se zasnivaju obećane koristi i koliko su pouzdani dokazi koji ih potkrepljuju. Istraživanja i primeri navedeni u tekstu treba da pomognu studentima da razviju kritički odnos prema takvim tvrdnjama, uz razumevanje ograničenja postojećih saznanja i razlika među ljudima.

U završnim poglavljima pažnja je dodatno usmerena na putničku dijareju, bezbednost hrane i vode, zarazne bolesti i druge biološke rizike povezane sa putovanjem. Ove teme razmatraju se u kontekstu različitih oblika turizma i ugostiteljstva, uslova boravka i ponašanja putnika, uz poseban osvrt na higijenske principe, bezbednost hrane i značaj odgovarajućih standarda i preventivnih mera. Poseban značaj dat je prepoznavanju okolnosti koje mogu povećati zdravstveni rizik i mogućnostima njegove prevencije pre, tokom i nakon putovanja.

Univerzitet Singidunum