

siječanj 2026.

ANAMNESIS

Studentski časopis
Medicinskog fakulteta Osijek



VELIKE PRIČE malih svjetova

VOL 4 • BROJ 1 • e-ISSN: 3102-3770



IMPRESSUM

ANAMNESIS

Studentski časopis
Medicinskog fakulteta Osijek

Izlazi polugodišnje
Vol. 4, broj 1
Siječanj 2026.

UREDNIŠTVO

E-mail: anamnesis.mefos@gmail.com
Web stranica: www.anamnesis-mefos.com

Glavna urednica: Vanessa Lukas
Zamjenik glavne urednice: Filip Janković

Urednički kolegij:

Adrian Borna Bašić, Anamarija Gerenčir,
Petra Guljaš, Ivana Ivoš, Dora Jelinić, Petra
Jurković, Marija Mateja Kokanović, Zvonimir
Kolarević, Ines Kopunić, Antonio Kovačević,
Borna Kufner, Lana Lukadinović, Valentina
Mirković, Antonia Mišić, Matija Peić, Ivan
Sabolek, Valeria Vidović, Petra Zemljak

Urednička obrada teksta:

Ivana Ivoš, Filip Janković, Marija Mateja
Kokanović

Naslovnica i naslovnice rubrika:

Vanessa Lukas

IZDAVAČ

Medicinski fakultet Osijek
Adresa: Ulica Josipa Huttlera 4, Osijek
Web stranica: www.mefos.unios.hr
Dekan: prof. dr. sc. Domagoj Drenjančević,
dr. med.

e-ISSN: 3102-3770



KAZALO

2 FOTOGRAFIJA UREDNIŠTVA

3 ILUSTRACIJA Antonio Kovačević

4 UVODNA RIJEČ

- 5 Vanessa Lukas, glavna urednica
- 6 prof. dr. sc. Domagoj Drenjančević, dr. med.

9 U FOKUSU

- 10 Boli me grlo, daj antibiotik!
- 13 Novi laboratorijski dijagnostičar - AI
- 15 Godine mikrobioloških napora AI skraćuje na dane
- 17 Saveznici ili neprijatelji - mikrobiota kroz život
- 19 *Candida auris* - nova superinfekcija
- 21 Mikrobiologija iznutra: razgovor s Markom Živkovom, dr. med.
- 25 Pojavnost trbušnog tifusa u Hrvatskoj
- 27 Povratak zaboravljene prijetnje
- 29 Pet infektivnih bolesti koje su promijenile svijet i kako ih danas držimo pod kontrolom
- 32 Neprijatelj koji je ostavio trag: endogeni retrovirusi i neuroevolucija
- 35 Antraks? Antraks!
- 38 Egzotični, a naši: flavivirusi u Hrvatskoj

43 ZNANOST I INOVACIJE

- 44 Čuvari Svetog Grala
- 47 Dvolični geni
- 49 Trudnice i novo RSV cjepivo
- 51 Pierre i Marie - kako je jedan bračni par revolucionirao medicinu

53 STIL ŽIVOTA

- 54 Cirkadijani ritam, tjelesna aktivnost i crijevna mikrobiota
- 58 Od propuha do pileće juhe: Je li mama stvarno bila u pravu?
- 61 Put oko svijeta s mikroorganizmima
- 63 Tableta na dan, bolest iz kuće van

66 STUDENTSKE AKTIVNOSTI

- 67 Mjesec u zemlji kontrasta - putopis Tunis
- 70 Kako namjerno napisati dobar prikaz slučaja?
- 73 Tjedan mozga - SenzOS
- 74 Dani specijalizacija - InternEdu
- 75 Panel rasprava o spolno prenosivim bolestima - DERMOS
- 76 XIV. Humanitarni koncert studenata medicine
- 77 OSCON
- 78 HitRi
- 79 NeuRi
- 80 MedRi Znanstveni PIKNIK

81 ANAMNESIS ALUMNI

- 82 Imaš „zarazan mozak“!
- 85 Zašto su vodene kozice blaže u djetinjstvu, a teže u odrasloj dobi?

87 ANAMNEZA I FIZIKALNI STATUS

UREDNIŠTVO

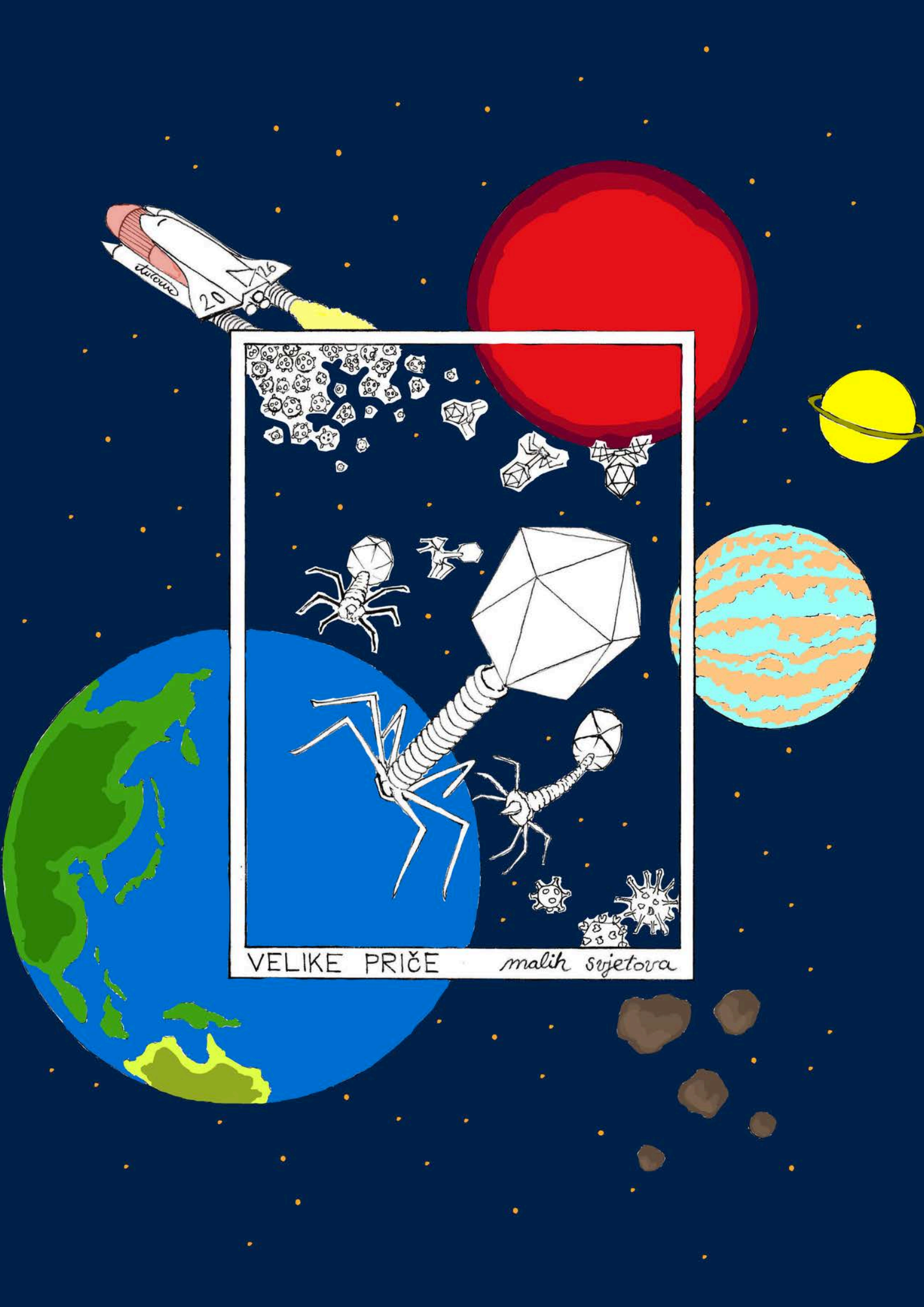


Stoje (s lijeva na desno):

Ivan Sabolek, Zvonimir Kolarević, Borna Kufner, Ines Kopunić, Petra Jurković, Marija Mateja Kokanović, Petra Zemljak, Lana Lukadinović, Valeria Vidović, Dora Jelinić, Matija Peić, Adrian Borna Bašić

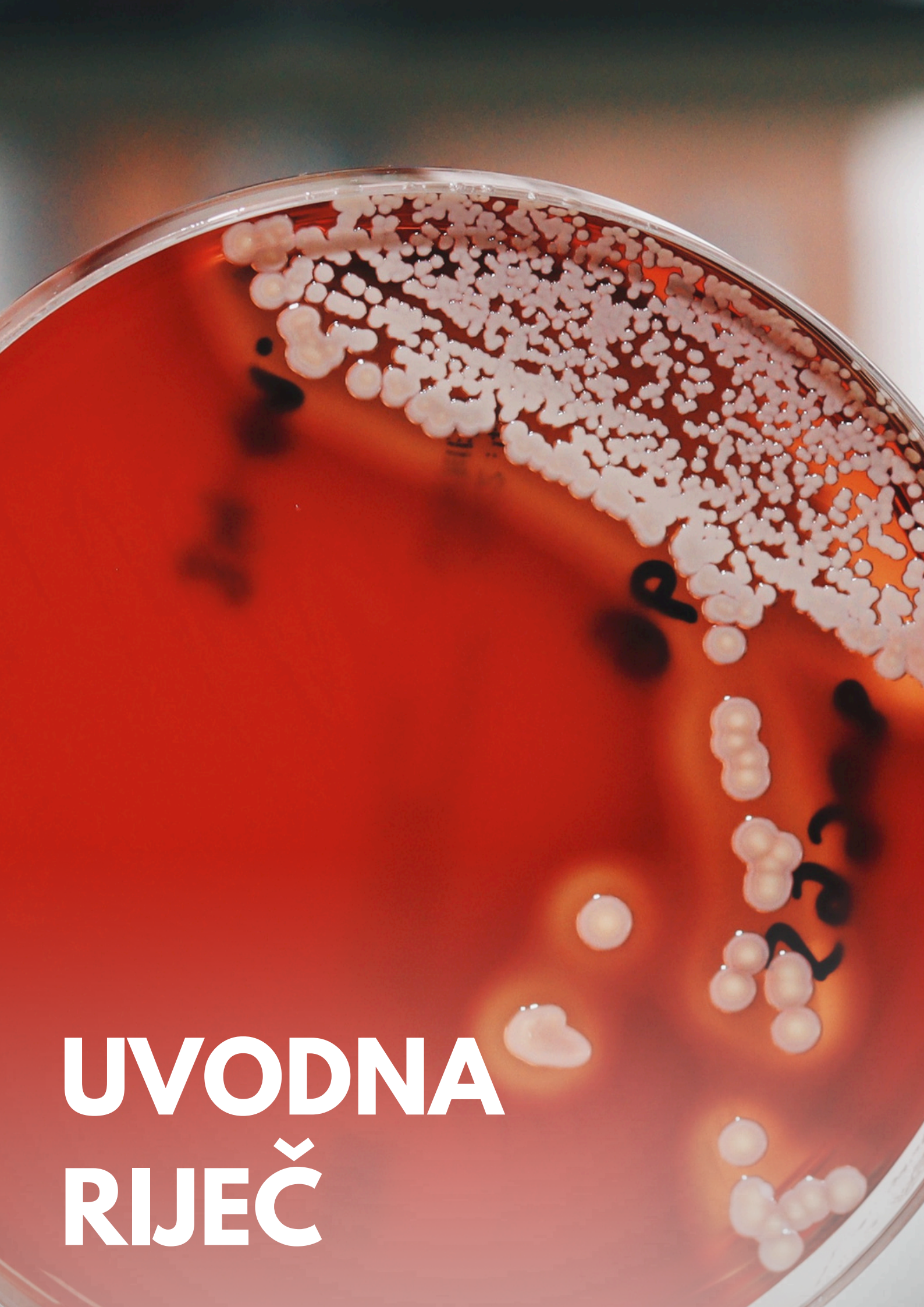
Sjede (s lijeva na desno):

Petra Guljaš, Filip Janković, Vanessa Lukas, Valentina Mirković, Anamarija Gerenčir, Ivana Ivoš



VELIKE PRIČE

malih svijetova



UVODNA RIJEČ



uvodna riječ

Vanessa Lukas, glavna urednica

Mikroorganizmi možda jesu maleni, ali njihov utjecaj na zdravlje iznimno je velik. Oni nas čine bolesnima uzrokujući razne infekcije, ali su i temelj normalnog funkcioniranja našeg organizma. Niti jedan drugi svijet nije istovremeno toliko skriven, a toliko presudan za naše postojanje. Upravo smo iz tog razloga u ovom broju odlučili ispričati velike priče malih svjetova.

Istražili smo kako će umjetna inteligencija utjecati na rad u laboratoriju, kako mikrobiota raste i mijenja se zajedno s nama te kako izgleda specijalizacija iz mikrobiologije.

Dotaknuli smo se i mikroorganizama koji tek dolaze na scenu, ali i onih koji s nje nikada nisu ni sišli. Naravno, nismo mogli zaobići ni temu koja već godinama predstavlja jedan od najvećih izazova u liječenju bakterijskih infekcija – antibiotsku rezistenciju. No, ovaj broj nije samo znanstveni; u njemu ima putovanja, mitova, izvannastavnih projekata i nezaobilazne studentske energije koja sve to pokreće.

Ovaj broj ne bi bilo moguće ostvariti bez onih koji su nesebično podijelili svoje vrijeme i znanje.

Posebnu zahvalnost iskazujemo doc. dr. sc. Maji Bogdan, dr. med. na stručnim savjetima, idejama i velikoj pomoći pri fotografiranju u mikrobiološkom laboratoriju, kao i na pripremi različitih kultura na nutritivnim i selektivnim agarima. Zahvaljujemo i Dariju Sabadiju, dr. med. na poticajnim idejama te korisnim smjernicama i materijalima koji su oblikovali ovaj broj. Objavu časopisa pomogla je i svojim radom omogućila Kristina Opačak, mag. cult. Konačno, zahvaljujemo dekanu Medicinskog fakulteta Osijek, prof. dr. sc. Domagoju Drenjančeviću, dr. med., na velikoj podršci našem stvaralaštvu.

Želim vam ugodno čitanje!



Autorica fotografije: Vanessa Lukas



uvodna riječ
prof. dr. sc.
Domagoj Drenjančević,
dr. med.

Klinička mikrobiologija, kao jedna od temeljnih disciplina medicine, stoljećima je oblikovala naše razumijevanje bolesti i načina njihova suzbijanja. Od biblijskih karantena i antičkih teorija tekućina preko srednjovjekovnih ideja o „contagionu“ pa sve do otkrića mikroskopa i eksperimenata Pasteura i Kocha te Flemingovog otkrića penicilina, povijest mikrobiologije pokazuje kako se ljudsko razumijevanje bolesti postupno razvijalo od mističnih objašnjenja do medicine temeljene na dokazima. Do kraja 19. stoljeća mikrobiologija je postala čvrsto utemeljena znanstvena disciplina, iznimno važna u oblikovanju moderne medicine i osnova javnog zdravstva. Nedavna iskustva iz pandemije COVID-19 pokazuju nam da je klinička mikrobiologija, u odgovoru zdravstvenog sustava na neposrednu katastrofalnu krizu, imala nezamjenjivu ulogu. Brza identifikacija SARS-CoV-2 virusa, razvoj dijagnostičkih testova, osobito molekularne dijagnostike, implementacija testiranja velikih volumena i praćenje mutacija virusa bili su ključni za globalni odgovor. Mikrobiologija je bila na prvoj crti obrane u svjetskoj krizi, osiguravajući pravovremene informacije nužne za donošenje javnozdravstvenih odluka, kao i odluka o liječenju svakog pojedinog bolesnika.

Razumijevanje bolesti i uzročnika infekcija ima duboke korijene u ljudskoj povijesti. Još u Starom zavjetu nalazimo opise karantene i izolacije oboljelih, poput gube, ali i drugih zaraznih bolesti. Premda tada nije postojalo znanje o mikroorganizmima, postojala je intuitivna svijest da se bolesti mogu prenositi kontaktom i da izolacija može spriječiti njihovo širenje. U antičkoj Grčkoj, Hipokrat (5.–4. st. pr. Kr.) i, kasnije, Galen razvili su humoralnu teoriju o „četiri tjelesna soka“, koja je, iako netočna, dominirala medicinom više od tisućljeća. Paralelno, postojala je i ideja o „miasmi“ – lošem zraku ili mirisu koji uzrokuje bolest. U srednjem vijeku, bolesti su se često tumačile kao kazna za grijeh. Međutim, javlja se i koncept zaraze i zaraznosti – prijenosa bolesti s osobe na osobu. Talijanski liječnik Girolamo Fracastoro u 16. stoljeću opisao je zaraznu bolest kao posljedicu „sjemena bolesti“ (*seminaria contagionum*), što je bio važan i odvažan korak prema znanstvenom razmišljanju – premda tada nije bilo moguće predočiti uzročnike i bili su potpuno nepoznati. Preokret nastupa u drugoj polovici 17. stoljeća, razvojem optike, kada Robert Hooke objavljuje djelo *Micrographia*, u kojem opisuje strukturu pluta i uvodi pojam „stanica“.

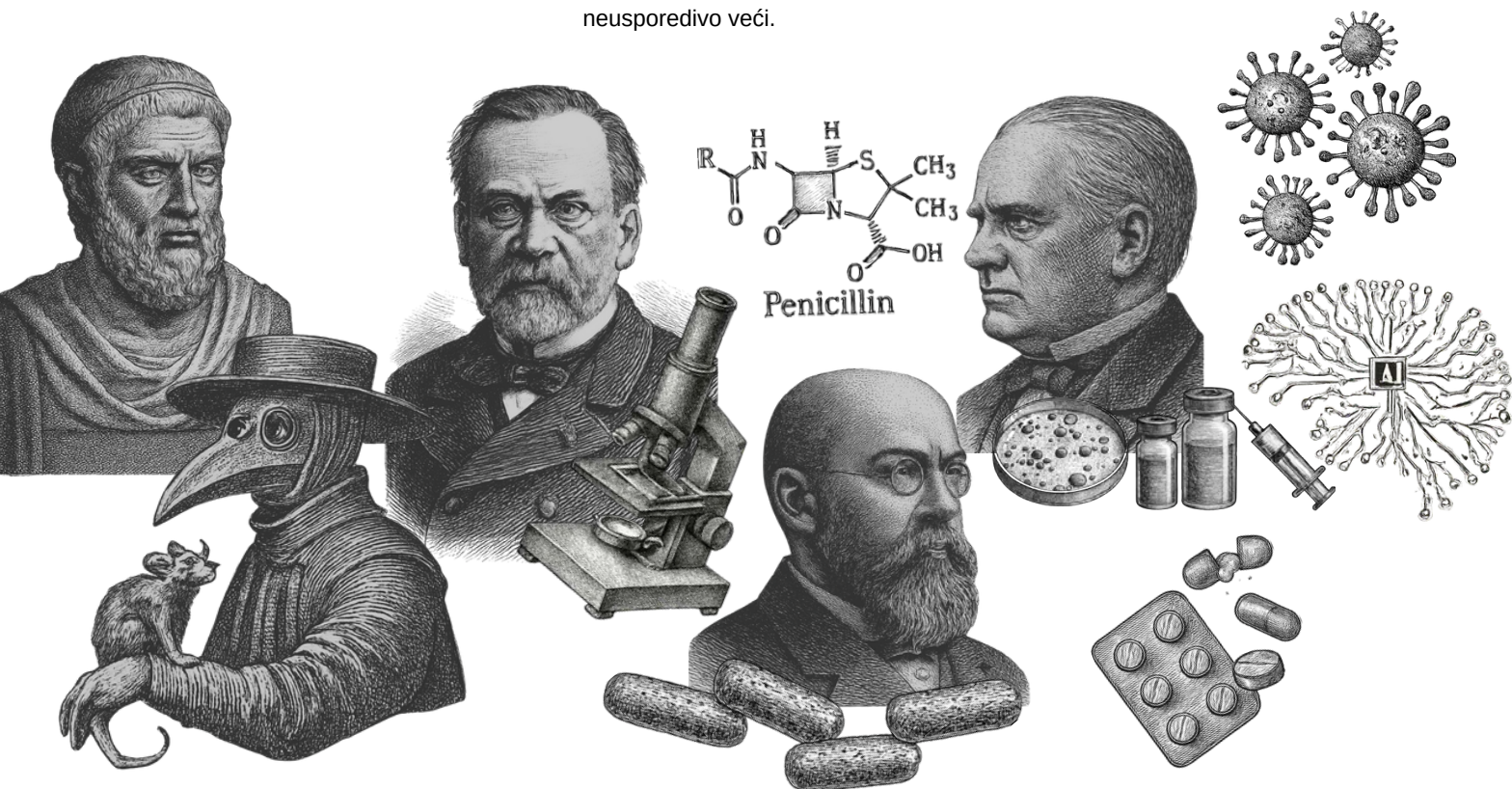
Nedugo zatim, Antonie van Leeuwenhoek konstruira mikroskop s iznimno jakim povećanjem i prvi promatra životinje koje su mnogobrojne i živahno se kreću („*animalcule*“) - bakterije i protozoe, otvarajući vrata svijetu mikroorganizama.

Eksperimenti Louisa Pasteura u 19. stoljeću daju odgovore na neka od stoljetnih pitanja o spontanoj generaciji života, čime je dokazao da mikroorganizmi ne nastaju spontano, već se prenose iz okoline. Istovremeno, njegov suvremenik, Robert Koch razvio je metode izolacije i uzgoja bakterija te dokazao da specifični mikroorganizmi uzrokuju određene bolesti (npr. tuberkulozu i koleru). Njegovi postulati postali su temelj kliničke mikrobiologije, a to je ujedno bilo zlatno doba mikrobiologije i medicine općenito. Važno je spomenuti i Emanuela Edwarda Kleina, rođenog u Osijeku 1844. godine, koji je nakon studija u Beču postao pionir bakteriologije u Engleskoj, te se naziva ocem britanske mikrobiologije (*The father of British microbiology*). Njegov rad u histologiji i mikrobiologiji pridonio je razvoju laboratorijske dijagnostike i širenju mikrobioloških metoda u medicinsku praksu.

Prava revolucija u medicini započinje jednim od najvažnijih otkrića u ljudskoj povijesti – otkrićem „*lijeka koji je promijenio svijet*“. Alexander Fleming, škotski bakteriolog, 1928. godine otkrio je penicilin čime je započela antibiotska era – razdoblje učinkovitog liječenja bakterijskih infekcija. Penicilin je bio prvi pravi antibiotik koji je učinkovito djelovao protiv širokog spektra bakterijskih infekcija, čija je masovna proizvodnja i primjena tijekom Drugog svjetskog rata spasila milijune života liječenjem infekcija rana, sepse i pneumonije. Nažalost, ni 100 godina nakon otkrića penicilina nad ljudskim se rodom nadvila nova globalna prijetnja; antimikrobna rezistencija. Neposredno nakon otkrića penicilina, Fleming je uočio potencijal prilagodbe bakterija i nastanak rezistencije na antibiotike. Sada se, 5-6 desetljeća od aktivnog korištenja brojnih antibiotika, susrećemo s jednim od najvećih izazova medicine u povijesti.

Nemogućnost liječenja infekcija uslijed razvoja rezistencije pojedinih bakterijskih vrsta dovest će do nemogućnosti prakticiranja moderne medicine, odnosno ishodi liječenja bit će nepovoljni. Prema podacima Svjetske zdravstvene organizacije, bakterijska rezistencija bila je izravno odgovorna za 1,27 milijuna smrti u 2019. godini, a pridonijela je ukupno 4,95 milijuna smrti. Procjene govore da bi do 2050. godine infekcije uzrokovane multirezistentnim bakterijama mogle kumulativno rezultirati s više od 39 milijuna smrti te dosegnuti smrtnost od približno dva milijuna bolesnika godišnje na svjetskoj razini - ako se ne poduzmu odlučne mjere. Ovi podaci jasno pokazuju da antimikrobna rezistencija ugrožava rutinske zahvate i modernu medicinu u potpunosti. Operacije, transplantacije, kemoterapija, liječenje malignih bolesti, liječenje kritičnih bolesnika u intenzivnim jedinicama bit će uvelike otežano ili nemoguće jer, bez učinkovitih antibiotika, rizik i nastanak smrtonosnih infekcija postaje neusporedivo veći.

Susrećemo se s činjenicom da proteklih nekoliko desetljeća nisu otkrivene nove klase antibiotika s novim mehanizmima djelovanja te da se utrka s evolucijom bakterija održava samo uspješnim „recikliranjem“ i kombiniranjem postojećih molekula, uz poneko važno otkriće koje postaje posljednji izbor, odnosno terapija spasa za neke skupine pacijenata. Kako bi se podigla svijest o ovom problemu, svake se godine od 18. do 24. studenoga obilježava Svjetski tjedan svjesnosti o antimikrobnoj rezistenciji te se u Europi paralelno obilježava i Europski dan svjesnosti o antibioticima, 18. studenoga. Cilj je podsjetiti javnost, zdravstvene djelatnike i donositelje odluka na važnost odgovorne uporabe antibiotika jer očuvanje antibiotika i njihove djelotvornosti zahtijeva globalnu suradnju, ali i individualnu odgovornost: izbjegavanje nepotrebne uporabe, pridržavanje propisanih terapija i ulaganje u razvoj novih lijekova. Stoga, „*Djelujmo sada: zaštitimo našu sadašnjost, osigurajmo našu budućnost*“.

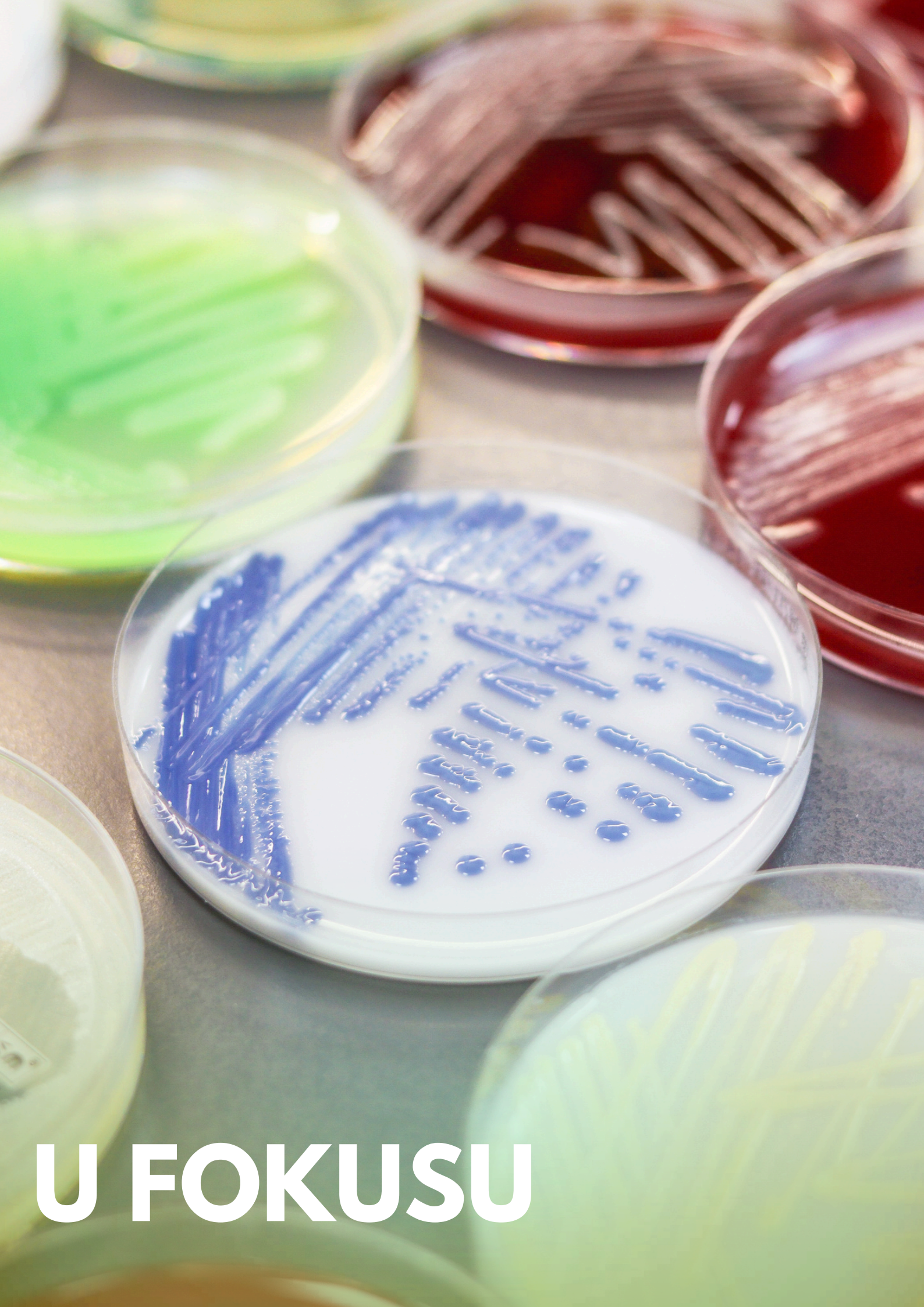


Također, razvoj modernih digitalnih tehnologija pojačava i doprinosi razvoju mikrobiologije, kao i medicine u cjelini. Na znanstvenom obzoru otvoreno je novo poglavlje: umjetna inteligencija (AI), zajedno s konceptima AGI (Artificial General Intelligence) i ASI (Artificial Superintelligence). Ovo navješta nove smjerove i očekuju se revolucionarne promjene u mnogim područjima ljudskog djelovanja, a također i u svim medicinskim strukama, kao i kliničkoj mikrobiologiji. AI algoritmi se koriste za analizu uzoraka i brzu detekciju patogena, čime se skraćuje vrijeme dijagnostike i povećava preciznost u otkrivanju uzročnika bolesti. U budućnosti razvoj AGI i ASI mogao bi otvoriti potpuno nove mogućnosti u personaliziranoj medicini, od dizajniranja novih lijekova preko terapijskih protokola koji bi se mogli prilagođavati profilu svakog pojedinog pacijenta i uzročnika bolesti, čime bi se postigla veća učinkovitost liječenja.

Klinička mikrobiologija stoji na raskrižju tradicije i inovacije. Od svojih velikana, pionira i učitelja, sve do suvremenih izazova pandemija i rezistencije te preko digitalne revolucije umjetne inteligencije, ova disciplina ostaje ključna za očuvanje zdravlja čovječanstva. Svoju tradiciju i povijesne temelje povežimo s budućim inovacijama, jer upravo u toj sintezi leži snaga kliničke mikrobiologije kao i cijele medicine koja se neprestano mijenja, ali nikada ne gubi svoju svrhu: očuvanje ljudskog zdravlja i života.



Autorica fotografije: Vanessa Lukas



U FOKUSU

BOLI ME GRLO, DAJ ANTIBIOTIK!

Autor: Filip Janković

Zima je, sezona gripe i prehlade, ali i upaljenih grla, padova i svih ostalih čari koje led, snijeg i hladno vrijeme sa sobom donose. Za ovo prvo najbolji bi poklon ispod bora bila kutija antibiotika, čudotvornog lijeka za svaku respiratornu infekciju. Nekad je dovoljno nazvati svog doktora, reći mu da smo bolesni i ta će nas kutijica čekati u najbližoj ljekarni. Međutim, je li doista najbolje što u tom slučaju možemo napraviti prepisati i našim budućim pacijentima antibiotik?

Eureka, penicilin!

Nekada je upravo ta „upala grla“ bila jako teška bolest od koje se i umiralo. Ugrizi životinja, veće rane i strijelne ozljede u ratu nekada su značile mogući kraj života, ali ne nužno zbog težine ozljede, nego zbog infekcije koja bi se naknadno pojavila. Sve se to promijenilo nakon 1928. kada je Alexander Fleming, škotski biolog, sasvim slučajno otkrio penicilin, prvi poznati antibiotik.

1940-ih započela je masovna proizvodnja i upotreba penicilina zahvaljujući kojem nekada smrtonosne bolesti, to više nisu bile. Međutim, već 1942. prijavljeni su prvi slučajevi rezistencije zlatnog stafilokoka na ovaj, tada novi, lijek. Njegovom uspješnom modifikacijom uspjelo se prijeći preko te prepreke za što brojni vojnici koji su sudjelovali u Drugom svjetskom ratu mogu biti zahvalni. Tih su se godina antibiotici na ratištu masovno koristili, a sve radi sprječavanja razvoja infekcije kod ranjenika.

Doktore, ne pomaže!

1953. godine pojavila se rezistencija na tetracikline, a 1961. godine otkriven je na meticilin rezistentni zlatni stafilokok (MRSA). Lijek koji je značio preokret u liječenju infekcija postao je neučinkovit, a znanstvenici su stalno morali smišljati nove varijacije lijeka kako bi bio djelotvoran.

Danas, više od osamdeset godina kasnije, imamo puno veći broj antibiotika, ali i puno veći broj bakterija na koje oni ne djeluju – došlo je do bakterijske rezistencije!

Bakterije na razne načine postaju rezistentne na antibiotike. Tako bakterije mogu promijeniti vlastite enzime kako bi lakše razgrađivali molekule antibiotika. Također je moguće promijeniti membranske kanale kroz koje antibiotici ulaze u bakterijsku stanicu, dodati kanale koji će aktivno izbacivati molekule antibiotika iz stanica ili pak stvoriti biofilm oko same bakterije te na taj način onemogućiti prodor antibiotika u unutrašnjost bakterijske stanice. Ono što dodatno komplicira situaciju je tzv. horizontalni prijenos, mogućnost prenošenja tih izmijenjenih gena iz jedne bakterije u drugu. Na taj način već i bakterije iste generacije mogu postati rezistentne na određeni antibiotik. Zbog toga je iznimno važno naglasiti pacijentima da se antibiotska terapija mora popiti do kraja, bez obzira na raniji nestanak simptoma jer se broj bakterija u tijelu potencijalno samo smanjio.



Autorica fotografije: Vanessa Lukas



Canva

Houstone, imamo problem!

Ovo se može dogoditi i s ostalim mikroorganizmima, a ne samo bakterijama, tako da isto vrijedi i za sve ostale infektološke lijekove. Ova rezistencija sa sobom nosi puno problema. U liječenju određenih bakterija sada se, umjesto antibiotika prve linije, moraju koristiti antibiotici druge ili treće linije koji imaju više nuspojava, skuplji su i često zahtijevaju dulje liječenje. Također je povećan broj posjeta liječnicima, broj laboratorijskih testiranja i izolacija pacijenata kako bi se spriječilo širenje rezistentnih sojeva. Određeni zahvati i terapije postaju sve riskantniji zbog potencijalne teško izlječive infekcije. Takve su imunosupresivne terapije, kemoterapije, elektivne operacije kuka, transplantacije organa i dr. Poseban su problem nozokomijalne, tj. bolničke infekcije jer te bakterije budu u doticaju s jako puno antibiotika na koje onda steknu otpornost. Stanje je toliko ozbiljno da neke države imaju rezistenciju preko 90% za antibiotike prve linije, a i ostale su na dobrom putu ka tome, stoga se za rezistenciju bakterija na antibiotike kaže da je „tiha pandemija“.

Povratak u budućnost

Smatra se da smo već ušli u „post-antibiotsku eru“, a za to je svakako odgovorno prekomjerno prepisivanje antibiotika čak i za viroze, neodgovorno korištenje, tj. prestanak korištenja nakon što je pacijentu bolje, korištenje ostataka antibiotika bez medicinskog nadzora, loša kvaliteta lijekova itd. Međutim, nije samo medicina kriva za ovaj globalni problem. Antibiotici se intenzivno koriste i u agrikulturi, veterinarskom sustavu, akvakulturi, prehrambenoj industriji i sl. Tako je moguć prijenos rezistentnih zoonoza sa životinja na ljude, npr. *Salmonella spp.* i *Campylobacter spp.* Posebno nas zabrinjavaju bakterije akronima ESKAPE, a to su *Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa* i *Enterobacter spp.* Ako svi zajedno ne počnemo surađivati, inače nekomplikirane infekcije i minorne ozljede mogle bi ponovno postati smrtonosne, a elektivni bi zahvati mogli postati prerisikantni. Pretpostavlja se da će, ovim tempom, do 2050. godine bakterijska rezistencija postati prvi uzrok smrtnosti u svijetu.



Analiza antibiograma



Test osjetljivosti na antibiotike (disk-difuzijska metoda) kod multirezistentnog bakterijskog soja. Odsutnost zona inhibicije rasta oko antibiotskih diskova ukazuje na visoku razinu rezistencije.

Autorica fotografija: Vanessa Lukas

Što činiti?

Djelovati moramo početi odmah. Nije dovoljno u to uključiti samo medicinske djelatnike, nego i sve ostale ranije navedene, ali i ostatak populacije. Potrebno je ljude educirati o ovom problemu kako bismo se protiv njega mogli zajedno boriti i kako liječnički savjeti ostatku populacije ne bi bile samo „doktorske izmišljotine“, a „baba Mara ipak zna bolje“. Bila bi korisna i „point-of-care“ dijagnostika, tj. brzi testovi koji će nam moći potvrditi ili opovrgnuti hipotezu da se radi o bakterijskoj infekciji. Treba razmišljati i o kombiniranoj terapiji koja bi djelovala sinergistički i učinkovitije. Probiotici bi također mogli biti korisni i to na način da „dobrih bakterija“ bude više od „loših“ kako bi se smanjio njihov utjecaj na naš organizam. Razmišlja se i o razvoju terapije bakteriofazima i imunoterapiji. Umjetna inteligencija bi također mogla doprinijeti. Ovo su, još uvijek, samo teorije, ali ono što već sada možemo činiti je racionalno propisivati antibiotike jednog dana kada u ruke dobijemo licencu za samostalni rad.

Svaka grlobolja nije indikacija za prepisati antibiotik. Prema Centor kriterijima, o antibiotiku treba pomišljati tek ako su zadovoljena barem 2 kriterija: tonzilarni eksudat, bolni i/ili otečeni prednji vratni limfni čvorovi, temperatura iznad 38°C te odsutnost kašlja. Moguće je napraviti test na streptokok, a čak i ako je on u pitanju, infekcija može biti samoograničavajuća. Ipak, ako procijenimo da je potrebno, tada je indicirano prepisati antibiotsku terapiju. Dakle, kod upale grla treba razmišljati racionalno i uzimajući u obzir sve ono što smo čuli o antibioticima, virusima, bakterijama, imunološkom sustavu itd. Kada sve te informacije u našim glavama „spojimo“, možemo za svaki slučaj pojedinačno procijeniti je li antibiotik nužan ili je pak bolje sačekati prije nego požurimo s receptom. A zašto ako tom pacijentu antibiotik neće naškoditi? Taj će se pacijent izliječiti, ali problemi su u ovom slučaju puno širih razmjera. O tome ovisi naša zajednička budućnost!

Izvori:

1. Ahmed SK, Hussein S, Qurbani K, Ibrahim RH, Fareeq A, Mahmood KA, Mohamed MG. Antimicrobial resistance: Impacts, challenges, and future prospects. *J Med Surg Public Health*. 2024;2:100081. doi:10.1016/j.gjmedi.2024.100081.
2. Spinks A, Glasziou PP, Del Mar CB. Antibiotics for treatment of sore throat in children and adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2021 Dec 9;12(12):CD000023. doi:10.1002/14651858.CD000023.pub5. PMID: 34881426; PMCID: PMC8655103.
3. NICE. Choice of antibiotic. In: NICE guidance NG84 [Internet]. Pristupljeno 30. studenog 2025. Dostupno na: <https://www.nice.org.uk/guidance/ng84/chapter/recommendations#choice-of-antibiotic>
4. Gualtieri R, Veroleto C, Mardegan C, Papis S, Loevy N, Asner S, Rohr M, Llor J, Heiningen U, Lacroix L, Pittet LF, Posfay-Barbe KM. Amoxicillin vs. placebo to reduce symptoms in children with group A streptococcal pharyngitis: a randomized, multicenter, double-blind, non-inferiority trial. *Eur J Pediatr*. 2024 Nov;183(11):4773-4782. doi: 10.1007/s00431-024-05705-1. Epub 2024 Aug 31. PMID: 39215861; PMCID: PMC11473506.



Canva

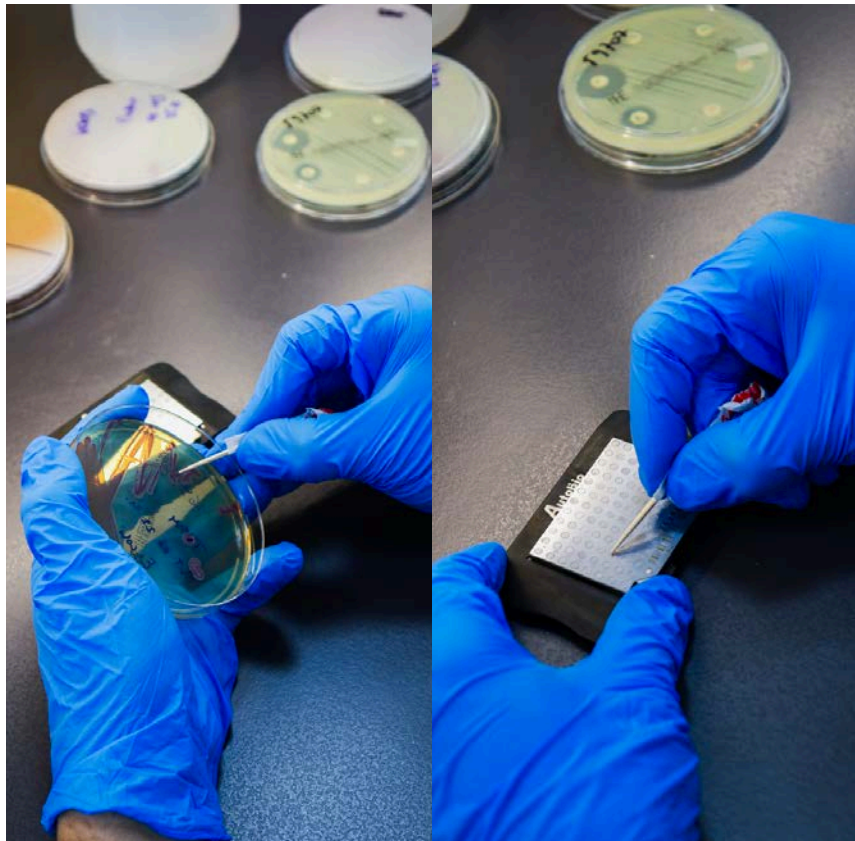
NOVI LABORATORIJSKI DIJAGNOSTIČAR: AI

Autor: Borna Kufner

Nagli razvoj umjetne inteligencije i strojnog učenja u posljednjih nekoliko godina ima snažan utjecaj na medicinsku mikrobiologiju. Klinički laboratoriji suočavaju se s problemima velikog broja uzoraka, kompleksnim algoritimima za identifikaciju mikroorganizama i globalnom prijetnjom antimikrobne rezistencije, novom erom koju Svjetska zdravstvena organizacija naziva „post-antimikrobna era“. U takvom okruženju umjetna inteligencija predstavlja moćno oružje u rukama mikrobiologa koje ubrzava dijagnostičke procese, smanjuje subjektivnost interpretacije i samim time incidenciju grešaka te otvara nove mogućnosti analize podataka izvan dosega do sada korištenih tradicionalnih metoda.

Nova era digitalne mikroskopije

Najveći napredak vidljiv je na području digitalne mikroskopije gdje se koriste duboke konvolucijske neuronske mreže. Te neuronske mreže, poznate također pod kraticom „CNN“ (Convolutional Neural Network), trenirane su na velikim setovima slika te pokazuju sposobnost automatskog prepoznavanja bakterijskih oblika, rasporeda i kategorije bojenja s vrlo visokim stupnjem točnosti. Ovi napredni sustavi integrirani su u digitalne platforme koje automatiziraju cijeli proces digitalne mikroskopije; od samog početka snimanja slike do preliminarne klasifikacije. Prednost je primjene AI-ja značajno smanjenje vremena potrebnog za početnu mikrobiološku orijentaciju i, također, eliminacija subjektivnih razlika među mikrobiolozima.



Nanošenje uzorka (*sample spotting*) na MALDI ciljnu pločicu

Napredak MALDI-TOF dijagnostike

MALDI-TOF masena spektrometrija već je zlatni standard u rutinskoj mikrobiološkoj identifikaciji. Međutim, u novije vrijeme pokazalo se da kombinacija MALDI-TOF podataka i modela strojnog učenja značajno proširuje mogućnosti ove tehnike. Algoritmi strojnog učenja mogu prepoznati fine spektralne razlike koje koreliraju s klonalnim linijama, virulentnim podtipovima pa čak i obrascima antimikrobne rezistencije. Posljednje navedeno moglo bi značajno ubrzati donošenje terapijskih

odluka i smanjiti oslanjanje na fenotipske AST (Antimicrobial Susceptibility Testing) metode, koje su same po sebi vremenski zahtjevne.

Bojenje po virtualnom Gramu

Jedan od najzanimljivijih novijih koncepata koji su se pojavili razvojem ove tehnologije je „virtualno Gram bojenje“. Riječ je o metodi koja koristi duboke neuronske mreže za rekonstrukciju Gram slike iz neobojenih mikroskopskih snimaka. Ovi sustavi postižu vrlo visoku i obećavajuću sličnost s pravim Gram

Autorica fotografija: Vanessa Lukas

pripravicima i potencijalno mogu eliminirati potrebnu za reagencijama, ručnim bojenjem i ponavljanjem neuspjelih preparata. Efikasnost i brzina ove tehnologije osobito su relevantni za laboratorije s visokim obujmom hitnih uzoraka.

Što kada podataka nema?

Još jedna od novih pojava u svijetu mikrobiologije su generativni modeli. Ti modeli (poput varijacijskih autoenkodera (VAE) i generativne suparničke mreže (GAN)) otvaraju nove mogućnosti u samorazvoju dijagnostičkih algoritama. U modernoj medicinskoj mikrobiologiji postoji problem rijetke pojave nekih bakterijskih vrsta, što otežava treniranje pouzdanih modela. Iz tog razloga ovi modeli sintetski generiraju MALDI-TOF spektre i augmentirane mikroskopske slike povećavajući količinu

visokokvalitetnih podataka. Poboljšavajući generalizacijsku sposobnost modela rješavaju ovaj problem.

Prepreke na putu

Unatoč eksponencijalnom i impresivnom napretku, široko primijenjena implementacija umjetne inteligencije u rutinske laboratorije suočava se s nekoliko prepreka. Neke su od njih: nedostatak standardiziranih baza podataka, heterogenost laboratorijskih protokola, regulatorne prepreke i potreba za validacijom, zahtjev za objašnjivim modelima i integracija sa sustavima laboratorijske informatike. Imajući te nedostatke na umu, edukacija mikrobiologa i tehničara nužna je za razumijevanje mogućnosti, ograničenja i pravilne interpretacije rezultata temeljenih na AI modelima.



Autorica fotografije: Vanessa Lukas

MALDI-TOF

Izvori:

1. Stokes JM, Yang K, Swanson K, et al. A deep learning approach to antibiotic discovery. *Cell*. 2020
2. Wesi CV, Cuenod A, Pagani N, et al. Machine learning for microbial identification and antimicrobial susceptibility testing on MALDI-TOF mass spectra: a systematic review. *Clin Microbiol Infect*. 2020
3. Smith KP, et al. Automated interpretation on blood-culture Gram stains using deep learning (CNN) – evaluation study. *J Clin Microbiol*. 2018
4. Isil C, Koydemir HC, Eryilmaz M, et al. Virtual Gram staining of label-free bacteria using dark-field microscopy and deep learning. *Sci Adv*. 2025
5. Alsulimani A, Akhter N, Jameela F, et al. The impact of artificial intelligence on microbial diagnosis. *Microorganisms*. 2024
6. Ramzan F. Generative adversarial networks for synthetic data generation and applications. *MDPI Data/Sci related journal*. 2024.

GODINE MIKROBIOLOŠKIH NAPORA, AI SKRAĆUJE NA DANE

Autor: Borna Kufner

Sve češća pojava multirezistentnih bakterija dovodi u pitanje učinkovitost postojećih terapijskih protokola i značajno povećava morbiditet, mortalitet i troškove zdravstvenog sustava. U tom kontekstu, početkom 2025. godine veliku je pozornost izazvala vijest da je umjetna inteligencija u svega 48 sati generirala znanstvenu hipotezu o mehanizmu širenja rezistencije kod „Superbugova“. Do iste su istraživači s Imperial Collegea u Londonu dolazili gotovo deset godina. Ovaj događaj predstavlja važan iskorak u primjeni umjetne inteligencije u biomedicinskim znanostima.

Superbugs

Pojam „Superbug“ označava mikroorganizme koji posjeduju višestruke mehanizme rezistencije na antibiotike. Može se klasificirati kao multirezistentan mikroorganizam (MDR) ili, u težim slučajevima, ekstenzivno rezistentan (XDR) i panrezistentan (PDR). U kliničkoj praksi najznačajniji primjeri su meticilin rezistentni *Staphylococcus aureus* (MRSA), vankomicin rezistentni enterokoki (VRE), karbapenem rezistentne enterobakterije (CRE) te brojne bakterije koje proizvode ESBL poput *Escherichiae coli* i *Klebsiellae pneumoniae*. Ključni problem u borbi protiv ovih patogena ne predstavlja njihova individualna rezistencija. Izazov leži u njihovoj sposobnosti da brzo prenose gene rezistencije između različitih bakterijskih vrsta, proces koji se naziva horizontalni prijenos gena. On se odvija transformacijom, transdukcijom i konjugacijom. Upravo je mehanizam

koji omogućuje preskakanje rezistencije između evolucijski udaljenih bakterija bio tema višegodišnjeg istraživanja tima na Imperial Collegeu u Londonu.

Godine truda

Profesor José R. Penadés, zajedno sa svojim istraživačkim timom, posljednjih je deset godina pokušavao razjasniti kako određeni multirezistentni sojevi uspijevaju inficirati širok spektar bakterijskih domaćina i pri tome učinkovito širiti gene rezistencije. Tijekom istraživanja razvijena je hipoteza da posebne kromosomske strukture (puni naziv: capsid-forming-phage-inducible chromosomal islands – cf-PICI) omogućuju ovim „Superbug-

ovima“ posuđivanje proteinske ovojnice i repove različitih bakteriofaga. Na taj način bakterija koristi virusnu strukturu kako bi transportirala vlastiti genetski materijal u nove bakterijske stanice. Opisani je mehanizam sofisticiranija varijanta transdukcije i njime se znatno povećava evolucijska prilagodljivost i epidemiološki potencijal superbakterija. Eksperimentalni podaci postupno su podupirali ovu hipotezu, no zbog njezine složenosti potrebna su dugotrajna ispitivanja.

Co-Scientist

Početkom godine Google je objavio novi AI eksperimentalni sustav pod nazivom „Co-Scientist“. Taj alat temeljen je na naprednom jezičnom



AI generirana ilustracija

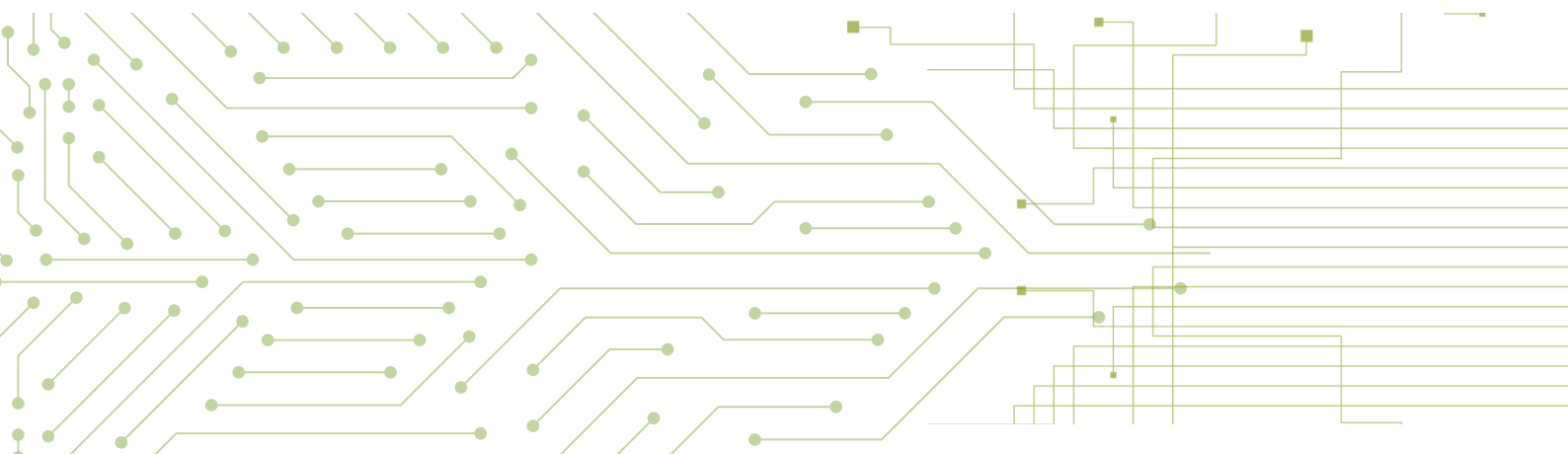
modelu razvijenom unutar Google-ovog sustava Gemini i njegova uloga bila je upravo donošenje novih hipoteza i predlaganje istraživanja znanstvenicima. Tim iz Imperial Collegea u veljači je odlučio isprobati novi model; dali su opis problema, ali bez ikakvih neobjavljenih rezultata i zaključaka. Na njihovo iznenađenje, za 2 dana „Co-Scientist“ je generirao hipotezu koja se u potpunosti podudarala s njihovim zaključcima, za koja im je trebalo gotovo desetljeće. No, to nije sve; uz njihov zaključak, AI je predložio još četiri alternativne hipoteze od kojih je svaka imala smisla i otvara prostor novim istraživanjima.

Zajedničkim snagama do nove terapije

Ako bi se hipoteza o cf-PICI strukturama i virusno posredovanom prijenosu rezistencije dodatno potvrdila, pomaci u kliničkoj mikrobiologiji bili bi ogromni. Razumijevanje točnih mehanizama prijenosa omogućilo bi razvoj novih terapija koje ne bi bile usmjerene samo na ubijanje bakterija, već i direktno na prijenos gena rezistencije između bakterija i bakteriofaga. Takav pristup predstavlja novi koncept u borbi protiv mikroorganizama jer prekida njihovo evolucijsko napredovanje. Time bi se potencijalno usporilo ili čak zaustavilo širenje multirezistentnih sojeva unutar bolničkog i izvanbolničkog okruženja.

Novi član tima

Uporaba umjetne inteligencije u ovom slučaju predstavlja ogroman napredak u cjelokupnoj znanosti. Ponovno potvrđena sposobnost takvih modela da obrađuju i analiziraju velike baze podataka i literature te iz njih izvlače apstraktne poveznice koje su čovjeku spoznajno nedostižne, čine budućnost u kojoj će AI biti neizostavni dio istraživačkih timova. Vrijeme uštedeno na razvoj teorijskog modela, koji je inače najzahtjevniji i najdugotrajniji proces, omogućuje znanstvenicima veći fokus na eksperimentalni dio te do sada neviđenu brzinu otkrivanja novih spoznaja.



Izvori:

1. Firsanov D, Zacher M, Tian X, et al. Evidence for improved DNA repair in long-lived bowhead whale. *Nature*.2025; doi:10.1038/s41586-025-09694-5.
2. Hofer U, Prudent M, Navratil V, et al. Cold-inducible RNA-binding protein (CIRBP) is essential for genomic stability and cell cycle progression. *PLoS One*.2011;6(3):e17810. Dostupno na: www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3060950
3. Maeda T, Sato K, Onoue Y, et al. Cold-inducible RNA-binding protein (CIRBP) contributes to DNA damage response through PARP1-dependent chromatin binding. *Nucleic Acids Research*.2018;46(18):9659-9672. PMID: 29432179.

SAVEZNICI ILI NEPRIJATELJI: MIKROBIOTA KROZ ŽIVOT

Autorica: Ivana Ivoš

Od trenutka kada započinje naš život u majčinoj utrobi pa sve do smrti, naš organizam živi u suživotu s milijardama mikroorganizama. Oni nas mogu štiti, pomagati probavi i oblikovati naš imunološki sustav, ali ponekad mogu biti i izvori bolesti. Ovi naši „mali suputnici“ mijenjaju se tijekom života pod utjecajem poroda, prehrane, okoliša, lijekova i stresa. Razumijevanje njihove uloge u zdravlju i bolesti ključno je za razvoj novih terapija i održavanje ravnoteže koja nam pomaže da ostanemo zdravi kroz cijeli život.

Jedinstveni mikrobiom placente

Placenta sadrži jedinstvenu mikrobnu zajednicu koja se razlikuje od mikrobiota drugih tkiva. Analize 16S rDNA i metagenomike cjelokupnog genoma pokazale su da placentalni mikrobiom obuhvaća nepatogene komenzalne bakterije iz rodova *Firmicutes*, *Tenericutes*, *Proteobacteria*, *Bacteroidetes* i *Fusobacteria*. [1] U usporedbi s mikrobiomima drugih ljudskih tkiva, placentalni mikrobiom najbliži je oralnom mikrobiomu.

Kliničke analize pokazale su da se sastav placentalnog mikrobioma može povezati s anamnezom infekcija tijekom trudnoće. [1] Na primjer, žene koje su tijekom prvog tromjesečja imale infekciju mokraćnog sustava imale su značajno drugačije mikrobiomske profile. [1] Nadalje, određeni obrasci placentalnog mikrobioma povezani su s prijevremenim porodima prije 37. tjedna gestacije. [1]

Novim spoznajama utvrđeno je da placenta nije sterilna, već sadrži specifičnu, nepatogenu mikrobnu zajednicu čiji sastav može utjecati na ishod trudnoće i zdravlje fetusa.

Prvi udah, prvi susjedi; rana kolonizacija novorođenčadi

Crijevni mikrobiom novorođenčadi oblikuje se kombinacijom vertikalnog prijenosa tijekom poroda i horizontalnog prijenosa iz okoliša, kontakta s obitelji, medicinskog osoblja i hranjenja. Vrsta poroda, vaginalni ili carski rez (CS), utječe na početnu kolonizaciju, ali razlike se postupno smanjuju kroz prve tjedne života.

Vaginalno rođena djeca primarno nasljeđuju rodove *Lactobacillus* i *Bifidobacterium* iz majčine vaginalne mikrobiote, dok CS-novorođenčad primarno dobiva mikroorganizme s majčine kože, uz smanjenu zastupljenost *Bacteroides* i nižu mikrobiološku raznolikost koja može trajati do dvije godine. [2] Analize ASV-ova (*Amplicon Sequence Variant*), koje gledamo kao specifične „potpise“ bakterija, pokazuju da je majčina rektalna mikrobiota važnija za kolonizaciju neonatalnog crijeva od vaginalne, s najčešće dijeljenim rodovima *Bacteroides* i *Bifidobacterium*. [2]

Iako način poroda utječe na početni prijenos mikroba, horizontalni prijenos iz okoliša, hrane i kontakta s obitelji brzo nadopunjuje mikrobiotu. CS-novorođenčad može djelomično „nadoknaditi“ kolonizaciju vaginalnim mikrobiološkim prijenosom, što poboljšava mikrobiotu i neurološki razvoj. [2] Dojenje, primjena antibiotika i obiteljski okoliš dodatno oblikuju ranu crijevnu mikrobiotu.

Nakon antibiotika – spašavanje crijeva probioticima i FMT-om

U pedijatrijskoj populaciji antibiotici se široko koriste za liječenje uobičajenih infekcija, što, iako spašava živote, istovremeno može narušiti ravnotežu crijevne mikrobiote. Disbioza izazvana antibioticima i pojava višestruko rezistentnih organizama, poput *Clostridioides difficile*, predstavljaju značajan izazov kod novorođenčadi i djece. [3] Ove okolnosti potaknule su istraživanja alternativnih antimikrobnih strategija, posebno upotrebu probiotika i FMT-a (transplantacije fekalne mikrobiote).



Canva

Obje intervencije imaju cilj obnoviti ravnotežu crijevne mikrobiote unošenjem egzogenih mikroba u gastrointestinalni trakt, potaknuti kolonizaciju korisnim mikroorganizmima, istisnuti patogene bakterije i ponovno uspostaviti homeostazu. Probiotici se sastoje od definiranih populacija specifičnih sojeva mikroba (bakterija ili kvasaca) koji se primjenjuju u kontroliranim dozama. FMT uključuje prijenos obrađenog fekalnog materijala od testiranog zdravog donora, koji sadrži kompleksnu i raznoliku mikrobiotu, na primatelja. [3]

Obje su metode općenito dobro podnošljive kod djece.

Klinička primjena FMT-a kod djece još je ograničena, između 2002. i 2022. godine FMT je primijenjen kod samo 681 djeteta u 18 kliničkih studija, uglavnom zbog ponavljajuće CDI i refraktornog proljeva. [3] Probiotici se često daju uz antibiotisku terapiju, iako antibiotici mogu smanjiti njihovu učinkovitost.

Preporučuje se razmak od nekoliko sati između antibiotika i probiotika. FMT protokoli obično zahtijevaju prekid antibiotika prije transplantacije kako bi se poboljšala kolonizacija donorovih mikroba, što predstavlja izazov kod septičnih novorođenčadi koja trebaju kontinuiranu terapiju antibioticima. [3]

Osovina crijeva-mozak kao cilj budućih neuroterapija

Osovina crijeva-mozak sve se više prepoznaje kao važan čimbenik u razvoju neuroloških poremećaja. (Slika 3) Iako je poznato da mikrobiota utječe na središnji živčani sustav, još uvijek nije jasno koliko mikrobnih metabolita prelazi krvno-moždanu barijeru niti kako točno djeluju. Preklinička istraživanja pokazuju da određeni mikroorganizmi mogu mijenjati živčane putove i komunikaciju između crijeva i mozga, što otvara mogućnost njihove primjene kod ljudi, premda životinjski modeli ostaju ograničene. [4]

Napredne tehnologije poput sekvenciranja nove generacije, metabolomike omogućuju detaljnije proučavanje mikrobiote, osobito u kontekstu starenja mozga. [4] Ipak, potrebna su opsežna i dobro kontrolirana klinička ispitivanja kako bi se utvrdila sigurnost i učinkovitost terapija usmjerenih na mikrobiotu. Probiotici i prebiotici sve se češće koriste, a postoje i klinički dokazi koji njihovu primjenu povezuju s poboljšanjima kod stanja poput Parkinsonove bolesti i poremećaja iz spektra autizma. [4]

Izvori:

1. Kjersti Aagaard et al., The Placenta Harbors a Unique Microbiome. *Sci. Transl. Med.* 6, 237ra65-237ra65 (2014), 26.11.2025., Dostupno na: <https://www.science.org/doi/10.1126/scitranslmed.3008599>
2. Ronde, E., Alkema, M., Dierikx, T. et al. The influence of maternal gut and vaginal microbiota on gastrointestinal colonization of neonates born vaginally and per caesarean section. *BMC Pregnancy Childbirth* 25, 254 (2025), 26.11.2025., Dostupno na: <https://doi.org/10.1186/s12884-025-07358-w>
3. Le, T. T., Hoang, T. N., Do, D. H., Nguyen, X. H., Huynh, C., Viet, H. D., ... Le, J. (2025). Current state of microbiota clinical applications in neonatal and pediatric bacterial infections. *Gut Microbes*, 17(1), 26.11.2025., Dostupno na: <https://doi.org/10.1080/19490976.2025.2529400>
4. Menezes, A.A.; Shah, Z.A. A Review of the Consequences of Gut Microbiota in Neurodegenerative Disorders and Aging. *Brain Sci.* 2024, 14, 1224., 27.11. 2025. Dostupno na: <https://doi.org/10.3390/brainsci14121224>

CANDIDA AURIS - NOVA SUPERINFEKCIJA

Autor: Zvonimir Kolarević

Nova vrsta gljivica, *Candida auris*, prvi je put otkrivena u Japanu 2009., nakon što je izolirana iz uha 70-godišnje pacijentice, nakon čega se proširila i po ostalim kontinentima. Posebno zabrinjava činjenica da je otporna na više vrsta lijekova i uzrokuje visoke stope mortaliteta. U Hrvatskoj nisu zabilježeni slučajevi ove infekcije sve do kolovoza 2025. godine.

Candida auris

Iako će na spomen roda *Candida* svima prva asocijacija biti *Candida albicans*, *Candida auris* je međutim nešto drugačija priča. Filogenetski je ona najbližnja vrstama *Candida ruelliae*, *Candida haemulonii*, *Candida duobushaemulonii* i *Candida pseudohaemulonii*. To znači da je *C. auris* evolucijski udaljena od „običnih“ *Candida* vrsta s kojima se svakodnevno susrećemo u kliničkoj praksi. Također, genetska analiza izolata *C. auris* pokazala je četiri različita geografska genotipa: južnoazijski, istočnoazijski, južnoafrički i južnoamerički, s mogućim petim, koji potječe iz Irana. Te genetske razlike poprilično su velike (razlika u genomu između klada je 10.000–80.000 SNP-ova, što je izuzetno puno za istu vrstu gljivice). To znači da *Candida auris* nije nikakva nova vrsta, ona je stoljećima ili čak tisućljećima u okolišu postojala kao saprofit, ali nije bila u kontaktu s ljudima. Vremenom, genetski se razdvajala u različitim geografskim regijama. Smatra se da su ključni okidači za istovremeno pojavljivanje svih geografskih klasa masovna upotreba azolnih antifungicida te klimatske promjene.

Mikrobiologija

Za razliku od drugih vrsta *Candida*, *C. auris* prirodno ne obitava na ljudskom tijelu. Do infekcije dolazi kontaktom s kontaminiranim površinama (poseban rizik imaju pacijenti na respiratoru, urinarnom kateteru i ostalim medicinskim pomagalicama) ili osobama koje već imaju ovu infekciju.

Veliki udio gena, kao i u većini ostalih *Candida spp.*, sudjeluje u centralnom metabolizmu, što joj omogućava prilagodbu na različite uvjete. *Candida auris* također je pokazala sposobnost izbjegavanja imunološkog odgovora. Usporedna istraživanja pokazala su da neutrofilni napadaju i „ubijaju“ *C. albicans*, dok *C. auris* uspješno izbjegava infiltraciju neutrofila i urođeni imunološki odgovor. Termorezistentnost *C. auris*, koja optimalno raste na 37°C, a može preživjeti i temperature do 42°C, pomaže joj opstati u bolničkim uvjetima.

Iako *C. auris* može izraziti gore navedene faktore virulencije, ekspresija je slabija nego kod drugih vrsta *Candidae*. Glavni razlog visoke smrtnosti njezina je sposobnost razvoja otpornosti na različite lijekove.

Klinička slika

C. auris može uzrokovati infekciju u različitim dijelovima tijela poput krvi, rana i ušiju. Simptomi infekcije *C. auris* ovise o mjestu i težini infekcije, ali se, kao i sve druge infekcije, najčešće očituje povišenom temperaturom, zimicom, letargijom i ubrzanom radom srca. Moguće su komplikacije ulazak u krvotok i zatajenje organa. Mnogi pacijenti koji razviju infekciju *C. auris* već imaju ozbiljna zdravstvena stanja pa simptomi ponekad ostaju neprepoznati. Također, moguće je da osoba bude prijenosnik gljivice *C. auris* asimptomatski prijenosnik. Zabrinjavajuća je činjenica da smrtnost može biti 30 – 60%.



Candida auris, preuzeto sa stranice Centers for Disease Control and Prevention

Liječenje i prevencija

Najveći je problem u liječenju invazivnih infekcija *Candidae auris* izrazita i često višestruka otpornost na sve tri glavne skupine anti-fungalnih lijekova (azole, poliene i ehinokandine). U nekim zemljama pojavili su se i sojevi koji su rezistentni na sve dostupne lijekove. Zbog toga trenutno ne postoji univerzalni standardni režim liječenja – terapija se vodi pojedinačno prema antimikogramu i uz obaveznu konzultaciju infektologa. Stoga, umjesto liječenja ove bolesti, bitna je sama prevencija. Prevencija invazivne bolesti kod koloniziranih pacijenata svodi se na strogu higijenu, pravilnu njegu katetera i što kraće zadržavanje invazivnih naprava.

Izvori:

1. Sikora, A. (2023.) *Candida auris*, StatPearls [Internet]. Dostupno na: www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK563297/
2. Gorvett, Z. (2023.) The mystery origins of candida auris, BBC News. Dostupno na: www.bbc.com/future/article/20230331-the-mystery-origins-of-candida-auris



3D ilustracija *Candide auris*, preuzeto sa stranice: archive.cdc.gov

MIKROBIOLOGIJA IZNUTRA

Autorica: Valeria Vidović

U razgovoru s Markom Živkovom, dr. med. otkrivamo kako izgleda put specijalizacije, što znači raditi u laboratoriju i gdje vidi budućnost svoje struke.

Koji Vam je bio najizazovnij slučaj tijekom specijalizacije i što ste iz njega naučili?

Trenutno sam pri kraju druge godine specijalizacije, a smatram da je prošlo dovoljno vremena da se susretnem s nekim ozbiljnijim slučajevima. Teško mi je izdvojiti jedan s obzirom na to da se radilo o različitim vrstama izazova. Kao specijalizant nisam mogao biti uključen na svim razinama poput starijih kolega, ali dao sam maksimalan doprinos onome što je u tom trenutku bilo prikladno za mene. Sjećam se pacijenta s meningokoknom sepsom čija je fatalna progresija bila brža, nego je *N. meningitidis* porasla na ploči. Kao drugi primjer izdvojio bih trenutak kada sam prvi put vidio antibiogram *K. pneumoniae* koja je bila rezistentna na sve osim aztreonam - avibaktama. Također, slučaj kada je jednom pacijentu na kraju amputirana nogu jer se plijesan proširila kroz mišiće, fascije i kosti. Sve su to dramatični slučajevi koji su zahtijevali konzilijarni savjet mikrobiologa oko terapije, ali i oko značenja izolata. Imao sam priliku naučiti kako je komunikacija prema odjelima bitna i kako se brzo situacija može promijeniti, a samim time i daljnji tijek dijagnostike i liječenja. Jedna od važnih spoznaja je činjenica da, uz sav arsenal koji moderna medicina posjeduje, pozitivan ishod nije zajamčen.

Kako se mikrobiologija mijenja s razvojem tehnologije - koje su Vam metode najzanimljivije?

Razvoj tehnologije, osobito u posljednjih desetak godina, značajno je promijenio mikrobiologiju. S druge strane, mikroorganizmi poput SARS-CoV-2 promijenili su trendove i još više usmjerili mikrobiologiju prema molekularnoj dijagnostici. Svake godine svjedočimo novim generacijama uređaja koji su precizniji, brži i produktivniji. U kombinaciji sa sveprisutnim uzletom umjetne inteligencije, sadašnjost, a pogotovo budućnost, čine se pomalo nestvarnima. Upravo bih tako mogao opisati i svoj doživljaj potpuno automatiziranih laboratorija, kao i uređaja koji vrše enumeraciju kolonija ili prepoznaju jaja parazita. Vrijeme će pokazati hoće li neki od njih naći primjenu i u našem laboratoriju.

Od metoda koje koristimo izdvojio bih PCR (Polymerase Chain Reaction), osobito multipleks PCR i automatizirane sustave poput cobas 5800, te MALDI-TOF (Matrix-Assisted Laser Desorption Ionization Time-of-Flight) masenu spektrometriju. Riječ je o visoko osjetljivim i specifičnim metodama koje čine okosnicu identifikacije bakterija, virusa i gljiva kod nas. Laicima bi se činilo da je riječ o čarobnom štapiću tj. čarobnom uređaju koji nam brzo i pouzdano omogućuje da znamo o kojem se mikroorganizmu radi. Iako pripadam mlađoj generaciji mikrobiologa, znam kako se radilo prije i kolika je promjena u bakteriološkoj dijagnostici nastupila zbog uređaja kao što je MALDI-TOF.

RAZGOVOR



Marko Živkov, dr. med.

Multipleks PCR postao je dosta popularan među kliničarima i često od nas traže da napravimo razne panele koji pokrivaju na desetke najznačajnijih uzročnika svih vrsta. Sve bliže nam je i primjena NGS (Next-Generation Sequencing) i umjetne inteligencije u svakodnevnom radu te vjerujem da će i oni značajno unaprijediti mikrobiološku dijagnostiku.

Kako izgleda Vaš idealan radni dan u laboratoriju?

Na ovo mi je pitanje u ovoj fazi specijalizacije teško odgovoriti jer obilazim razna radilišta koja imaju svoju dinamiku (kako u Osijeku, tako i u Zagrebu). Svako radilište ima svoje prednosti i nedostatke ovisno o broju i vrsti uzoraka koji su u obradi. Jutro započinje pregledom ploča, neke od njih mogu se izdati kao sterilne, neke kao normalna flora ili kao kontaminacija. Najveći broj njih ide u daljnju obradu – identifikacija na MALDI-TOF-u i izrada antibiograma. Osim toga, očitavaju se gotovi antibiogrami te rezultati iz uređaja koji su radili preko noći. Tijekom cijelog dana dolaze novi uzorci koji se, ovisno o vrsti uzročnika, dalje obrađuju (kultivacija, brzi testovi, molekularna i serološka dijagnostika). Dobar dio vremena specijalista otpada na izdavanje nalaza. Kolege s drugih odjela često zovu radi pacijenata, uzoraka i terapije. Međutim, nađe se i vremena za kavu. Što bi bilo idealno? Dinamičan dan, kako ne bi bilo dosadno, a opet da sve ide glatko, bez komplikacija.



MALDI-TOF MS

Koje su najvažnije osobine dobrog mikrobiologa u laboratorijskom okruženju?

Prije svega izdvojio bih dobar vid i motoriku. Treba biti pažljiv i precizan prilikom rukovanja uzorcima, pločama, mikroskopom i raznim aparatima. Rad u laboratoriju timski je rad, gdje svatko igra svoju ulogu, poput radnika na traci. Liječnik mikrobiolog treba moći povezati mikrobiološki nalaz s kliničkom slikom pacijenta jer kolonizacija i infekcija nisu iste. Ne smijemo zanemariti osobine dobrog liječnika i dobrog djelatnika općenito. To se u laboratoriju odnosi i na timski rad te komunikaciju s kliničarima. Osim toga, ne bi bilo loše voljeti tehnologiju i imati volju za stalnim usavršavanjem.

Jeste li ikada imali situaciju u kojoj je kontaminacija uzorka promijenila tijek dijagnostike i kako ste to riješili?

Kontaminacija se u našoj dijagnostici može javiti na više razina. Sam uzorak može biti kontaminiran ili se kontaminacija dogodi prilikom rukovanja i kultivacije. Srećom, riječ je o rijetkim događajima jer svi maksimalno pazimo prilikom rada, ali svako otvaranje ploče nosi rizik od kontaminacije iz okoline. Bitno je znati što učiniti s neadekvatnim uzorkom, uočiti kolonije koje su izvan poteza ili prisutne na samo jednoj ploči, koliko je vjerojatno da se takav mikroorganizam nađe u tom uzorku ili odgovara li uopće pacijentovoj bolesti. Daljnji tijek dijagnostike ovisit će o vrsti uzorka. Kod ponovljivog uzorka, poput urina, može se tražiti novi, a kod neponovljivih treba dobro procijeniti što i kako dalje. Kod nas svaka komplikacija obično znači vremensko produljenje dijagnostike. Najčešće je potrebno neželjeni „mix“ bakterija razvući kako bismo mogli izdvojiti one kolonije koje nam trebaju za daljnju obradu. Možda su najozbiljniji primjer kontaminacije hemokulture. Tu se zna dogoditi da poraste neki od koagulaza - negativnih stafilokoka. Pred nama su tu dvije opcije: ili je kontaminanta s kože ili je uzročnik bakterijemije i sepse. Razlika nije mala. Znanje i iskustvo u takvim situacijama imaju presudnu ulogu. Objasnili smo kliničarima da se radi o mogućoj kontaminaciji s kože te ih zamolili da pažljivije ponove uzorak. Nova hemokultura bila je sterilna.

Što Vas je potaknulo da odaberete baš mikrobiologiju za specijalizaciju?

Rekao bih da sam to oduvijek imao u sebi. Još u nižim razredima osnovne bio sam zaintrigiran dječjim mikroskopom i pogledom u svijet koji mi je otvorio. *Fast forward* to mikrobiologija na trećoj godini fakulteta i imao sam favorita za specijalizaciju. Naravno, dao sam priliku svakom području medicine, ali na kraju je ipak prevagnula mikrobiologija. Privukao me taj balans između laboratorija i klinike. Zanimljivo mi je biti na granici dva svijeta - makroskopskog i mikroskopskog. Bez obzira na to koliko su sitni, mikroorganizmi igraju važnu ulogu u zdravlju i bolesti i želio sam znati više o njima. Možda je i pandemija bila znak da se trebam baviti mikrobiologijom. Također, zanima me i znanstveni rad, a ovo područje nudi pregršt stvari koje se mogu istraživati. Spletom okolnosti postao sam asistent pa tek onda specijalizant, ali i to mi je jedno lijepo iskustvo jer volim studentima objašnjavati i pokazivati šareni svijet mikrobiologije.

Vjerujete li da mikrobiologija može biti kreativna disciplina - ako da, kako se to manifestira u Vašem radu?

Naravno. Dovoljno je da pretražite „*agar art*“. Šalu (i umjetnost) na stranu, mikrobiologija u određenim situacijama zahtjeva određenu dozu kreativnosti. Mislim da je tako u svakoj struci, dokle god nas ne zamijeni (i ako nas zamijeni) umjetna inteligencija, uvijek ćemo dati neki svoj „*touch*“ u rješavanju problema. Smjernice postoje i njih se prati. No, ponekad moramo improvizirati jer standardni protokoli ne daju rezultate ili dođe do tehničkih poteškoća koje nekako moramo riješiti jer će se inače dijagnostika produžiti. Kreativnost se možda najbolje očituje u uputama za obradu. Kako ćete laborantu koji radi MALDI-TOF napisati koju točno koloniju želite identificirati? Ponekad morate biti kreativno precizni: sitne bublaste tirkizno plave MALDI. Komunikacija prema kolegama kliničarima ili prema studentima također zna zahtijevati metafore ili slikovite usporedbe. Priprema vježbi za studente kao i dizajn eksperimenta za doktorat su me isto potaknuli da razmišljam izvan okvira i prilagodim se mogućnostima koje imam.

Koji savjet bi dali studentima koji se zanimaju za specijalizaciju iz mikrobiologije?

Prvi ste korak već odradili - zanima vas mikrobiologija. Ako se to dogodilo tijekom nastave, onda imate priliku lijepo naučiti teoriju i, naravno, steći neke vještine na vježbama. Međutim, neće biti problem ni ako ste do te odluke došli kasnije. Što se tiče onih koji su nesigurni u svoj odabir, bitno je da imate neku predodžbu o tome što se radi i kako se to poklapa s vašim interesima i sposobnostima. Uvijek ste dobrodošli u našem laboratoriju ako želite doći i vidjeti što se radi. Ključ je mikrobiologije u interdisciplinarnosti. Posređujemo između laboratorija, klinike, epidemiologije, farmakologije i novih tehnologija. Jedna od prednosti ove specijalizacije je u pogledu mirnijeg života (ako ne dođe do nove pandemije) i „normalnijeg“ radnog vremena. Neki bi rekli da je nedostatak financijski, nećete zaraditi u 24-satnim dežurstvima i noćnim smjenama, a i privatnih mikrobioloških laboratorija nema baš na sve strane. To je trenutna situacija, ali jednog dana možda bude drugačije (ovisno o broju liječnika i smjena, širenju laboratorija, novom KBC-u itd.). Također, zbog pandemije je došlo do velike potražnje za mikrobiolozima, kao i do smjena generacija u nekim laboratorijima, tako da diljem Hrvatske možete uhvatiti specijalizaciju. Možda najbolji pokazatelj popularnosti mikrobiologije u zadnje vrijeme je da specijalizanata na specijalističkom poslijediplomskom studiju ima duplo više od prosjeka te da je iz generacije u kojoj sam studirao nas petero odabralo baš ovu specijalizaciju.

Kada biste široj javnosti mogli prenijeti jedno znanje o mikrobiologiji - što bi to bilo i zašto?

To bi moglo biti nešto poetično o samoj struci i njezinoj ulozi, ali radije bih istaknuo jednu bitnu stvar - antimikrobna rezistencija je tiha pandemija koja se širi paralelno s našim svakodnevnim životom. Ako ne reagiramo, riskiramo povratak u predantibiotsku eru kada su i male infekcije mogle biti smrtonosne. Iako se radi o jednom od najvećih globalnih zdravstvenih izazova, i dalje smo svjedoci neracionalne uporabe antibiotika, a ljudi misle da će antibioticima izliječiti virusu.

Postoji li nekakva zabluda koju ljudi imaju o specijalizaciji iz mikrobiologije i što biste im poručili?

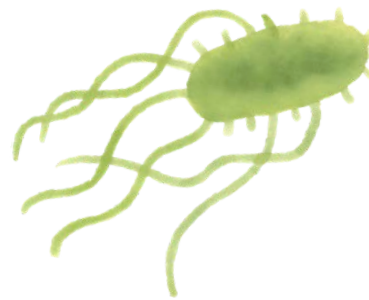
Mikrobiologija nije samo rad u laboratoriju. Kroz ranija pitanja već sam se dotaknuo uloge mikrobiologa kao aktivnog sudionika u kliničkom timu u vidu interpretacije nalaza, prijedloga i savjeta oko terapije, kontrole bolničkih infekcija. Ova struka uopće nije monotona, a ja se uvijek obradujem kada identificiramo neku rijetku ili neobičnu bakteriju. Većina uzoraka su rutinski, ali ima i hitnih slučajeva. Komplikirano stanje pacijenta prenosi se i na našu dijagnostiku i na izdavanje nalaza.

Istina je da nemamo puno direktnog kontakta s pacijentima (što ponekad otežava procjenu), ali naš rad direktno utječe na ishod liječenja. Mikrobiologija se do pandemije COVID-19 možda činila manje bitnom, ali samo pogledajmo u prošlost. Tijekom povijesti su čovjeka najviše mučile upravo zarazne bolesti, a tuberkuloza, malarija, HIV te famozni SARS-CoV-2 nas podsjećaju da od mikroorganizama ne možemo pobjeći. Oni su svuda oko nas i u nama. A hoće li imati posljednju riječ? To ne znam, ali na nama je da i mi nešto kažemo.



POJAVNOST TRBUŠNOG TIFUSA U HRVATSKOJ

Autor: Matija Peić



Što je trbušni tifus?

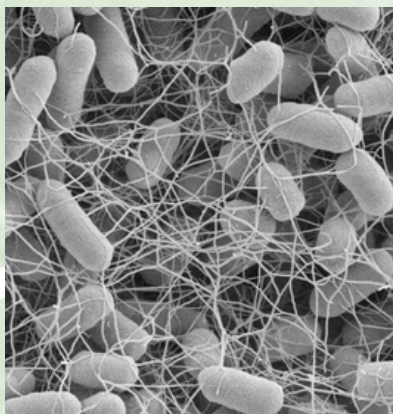
Trbušni je tifus sistemska febrilna bolest uzrokovana bakterijom *Salmonella Typhi*, čiji se prijenos odvija prvenstveno fekalno-oralnim putem, kontaminiranom hranom i vodom. Glavni simptomi bolesti su visoka vrućica, bolovi u trbuhu i osip (rozeola). Endemski je prisutan u područjima s nedovoljno razvijenim sanitarnim uvjetima i lošim higijenskim uvjetima. U zemljama Europske unije, kao i u Hrvatskoj, incidencija je niska zahvaljujući kvalitetnoj opskrbi pitkom vodom, učinkovitom nadzoru i kontroli sigurnosti hrane te visokom standardu javnozdravstvenih mjera.

Način prijenosa *Salmonellae Typhi* i endemska područja

Rezervoar patogena *Salmonella Typhi* čine oboljele osobe i kliconoše koje fekalno-oralnim putem kontaminiraju vodu i hranu i time omogućuju širenje infekcije. Transmisija je moguća i direktnim kontaktom (analno-oralnim putem), kod djece tijekom igre te kod odraslih tijekom spolnog odnosa. Kronične kliconoše zadržavaju bakteriju u crijevnoj sluznici ili u žučnom mjehuru te mogu biti izvor zaraze čak više od godinu dana. Incidencija trbušnog tifusa u Europi je niska, većina je slučajeva importirana od stranih putnika iz endemskih područja. Endemska područja (Slika 1.) uključuju Južnu Aziju (Indija, Pakistan, Bangladeš), dijelove JI Azije, Afrike i Latinske Amerike. Glavni čimbenici rizika su loša sanitarna infrastruktura, nesigurna opskrba vodom i hranom.

Slučajevi trbušnog tifusa u Hrvatskoj

Trbušni tifus bolest je niske prevalencije u Republici Hrvatskoj. Prema dostupnim podacima, u Hrvatskoj se pojavljuje između nula i tri slučaja godišnje. U Hrvatskoj se uglavnom radi o sporadičnim, importiranim slučajevima od putnika koji dolaze iz endemskih područja. Lokalne epidemije danas su rijetke, a u prošlosti su bile češće, posebice u ratnom i poslijeratnom razdoblju. Povećan priljev stranih radnika iz endemskih područja mogao bi imati utjecaj na incidenciju trbušnog tifusa, ali zasad ne bilježimo značajan porast slučajeva.



Kolonije *S. Typhi*, SEM, preuzeto sa stranice Robert Koch Institute

Radnici iz endemskih područja

Hrvatska, sukladno potrebama tržišta rada, uvozi značajno veći broj stranih radnika nego prethodnih godina. U 2025. godini u Hrvatsku je doselilo oko 100 000 radnika iz stranih zemalja, od čega oko 37.9% čine radnici iz područja endemskih za tifus.

Usporedno, u 2023. godini u Hrvatsku je doselilo oko 69 000 radnika, dakle značajno manje nego 2025. Radnici obavljaju poslove u različitim djelatnostima, posebno u ugostiteljstvu, prehrambenoj industriji, zdravstvenim ustanovama, vrtićima i domovima za starije osobe gdje je važno obratiti pažnju na higijenu jer propusti u tom aspektu mogu dovesti do infekcije većeg broja ljudi. Za radnike u navedenim djelatnostima, prilikom zapošljavanja, nužan je obvezni liječnički pregled i rutinsko mikrobiološko testiranje stolice. Rutinsko testiranje nije nužno u djelatnostima u kojima nije povećan rizik za oboljevanje većeg broja ljudi, kao što su građevina, logistika i dr. Edukacija radnika o simptomima, putevima prijenosa trbušnog tifusa te higijenskim mjerama nisu uvjet prilikom zapošljavanja.

Putnici u endemska područja

Danas su glavni izvor zaraze i dalje putnici u endemska područja (Slika 1). Glavni čimbenici rizika za oboljevanje su loša sanitarna infrastruktura i nesigurna opskrba vodom i hranom. Hrvatski zavod za javno zdravstvo (HZJZ) preporuča putnicima savjetovanje u putničkoj ambulanti. U putničku se ambulantu potrebno javiti 4-6 tjedana prije putovanja za dobivanje termina. Putnicima se savjetuje cijepljenje te pridržavanja mjera higijene i sigurnog konzumiranja hrane. U posebno rizičnu skupinu pripadaju radnici-putnici koji putuju u „svoju” zemlju posjećujući obitelj. Bolest se može razviti i nakon kraćeg boravka u rizičnim područjima (< 1 tjedna).

POVRATAK ZABORAVLJENE PRIJETNJE

Autorica: Petra Jurković

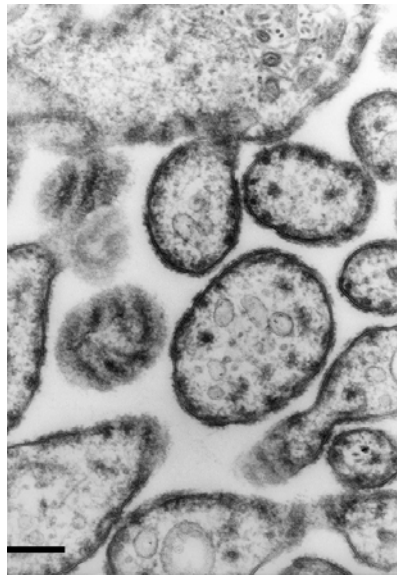
U posljednjih nekoliko godina ospice, bolest za koju smo vjerovali da je gotovo iskorijenjena u mnogim regijama, ponovno su se pojavile u velikom opsegu. Zašto se to događa i još mnogo više, saznajte u nastavku!

Što su ospice?

Ospice (lat. *morbili*) su akutna, vrlo zarazna virusna bolest. Klinički se očituje visokom tjelesnom temperaturom, kašljem, konjunktivitisom i karakterističnim makulopapuloznim osipom koji se širi „odozdo-naviše“. Ospice nisu bezopasne; komplikacije uključuju tešku pneumoniju, encefalitis (upalu moždanog tkiva) i rijetki, ali fatalni subakutni sklerozirajući panencefalitis (SSPE). SSPE je degenerativna bolest središnjeg živčanog sustava koja uzrokuje postepenu kognitivnu regresiju i, naposljetku, vegetativno stanje. Imunitet je nakon preboljenja dugotrajan; cjepivo MMR (ospice – zaušnjaci – rubeola) pruža vrlo visoku zaštitu nakon dvije doze. U Hrvatskoj se ovo cjepivo nalazi u službenom kalendaru cijepljenja. Prva doza prima se nakon navršene prve godine života, a druga pri upisu u prvi razred osnovne škole. Ako su Vaši roditelji pratili kalendar i sukladno tome Vas i cijepili, jedan za Vas, nula za ospice.

Brojevi koji šokiraju

Globalna procjena za 2023. navodi približno 10,3 milijuna slučajeva ospice, što predstavlja skok od približno 20% u odnosu na 2022. godinu. Takvi brojevi odraz su velikom ometanju u rutinskom procijepljivanju nakon COVID-19 i akumulacije osjetljive populacije. U Europi se 2024. dogodio posebno dramatičan porast: EU/EEA prijavila je 35 212 slučajeva, u usporedbi s 3 973 slučaja u 2023. godini, što je gotovo desetorostruko povećanje, pri čemu je Rumunjska bila izvor većine slučajeva. Ovi su brojevi prije svega iznimno zabrinjavajući i ilustriraju kako lokalni prekidi u pokrivenosti cijepljenjem mogu rezultirati eksplozivnim izbijanjima.



Virus ospica, TEM, preuzeto sa stranice Robert Koch Institute

Zašto se ospice vraćaju?

- Prekid i pad rutinskog cijepljenja nakon pandemije: tijekom 2020-te i 2021. mnogi rutinski programi cijepljenja su odgođeni; to je dovelo do toga da milijuni djece nisu primili prvu ili drugu dozu MMR cjepiva. Kao posljedica toga, razina kolektivnog imuniteta pala je ispod praga potrebnog za sprječavanje epidemija i širenja bolesti, koji iznosi približno 95%.
- Akumulacija osjetljivih skupina: nedostatna pokrivenost cijepljenjem u određenim geografskim, etničkim ili socijalnim skupinama stvara izvore osjetljivih osoba. Kada virus uđe u takvu skupinu, širenje je vrlo brzo.
- Dezinformacije i gubitak povjerenja: rast „antivakverskih“ narativa i manjak povjerenja u zdravstvene sustave usporili su nadoknađivanje pokrivenosti cijepljenjem i zakomplicirali provedbu ciljnih programa. COVID-19 uzrokovao je taj ogroman porast manjka povjerenja, kako u farmaceutske tvrtke, tako i u cijeli zdravstveni sustav. Rapidan razvoj cjepiva protiv COVID-a potaknuo je masu ljudi na razmišljanje i na kraju imao iznimno loš utjecaj na mišljenje ljudi o cijepljenju općenito.

Tko najviše stradava?

Najveći teret pada na naše najmlađe, djecu mlađu od 5 godina. U nekim izvješćima značajan je udio hospitalizacija upravo u ovoj dobnoj skupini. Osim toga, u populacijama s kroničnim bolestima, trudnicama i imunokompromitiranima, ospice mogu dovesti do teških ishoda pa čak i smrti. Ponovno širenje stoga ne predstavlja samo „dječju bolest“ u statističkom smislu, već prijeti zdravstvenoj sigurnosti cijele populacije.

Kako riješiti problem — što rade javnozdravstveni sustavi?

Zbog akutne prirode izbijanja, preporučene su mjere praktične i trebale bi se hitno provoditi:

- Ciljane nadoknadne kampanje cijepljenja koje traže i cijepu svu djecu koja su propustila doze te organiziranje masovnih programa imunizacije u prioritetnim žarištima. WHO i CDC naglašavaju hitnost nadoknade propuštenih doza.
- Pojačan nadzor i laboratorijska dijagnostika uključuju brzu identifikaciju slučajeva i genotipizaciju virusa pomažu u praćenju lanaca prijenosa i procjeni iskorjenjivanja virusa.
- Lokalno prilagođene komunikacijske strategije: angažiranje zajednica, korištenje povjerljivih glasova (lokalni liječnici, voditelji zajednica) i suzbijanje dezinformacija ključni su za povećanje povjerenja u cjepiva i poticanje ljudi na cijepljenje.
- Jačanje logistike i opskrbnih lanaca: osiguranje dostupnosti cjepiva, pristupa zdravstvenim ustanovama i posebno osiguravanje kapaciteta u primarnoj zdravstvenoj skrbi u regijama s visokim porastom pojave virusa.

Što studenti medicine trebaju zapamtiti?

Ospice se vraćaju, ne zato što je cjepivo neučinkovito, već zato što smo dopustili da se kolektivni imunitet naruši. Brojevi iz 2023. i 2024. podsjećaju da je disciplina u javnom zdravstvu ključna za sprječavanje povratka bolesti koju možemo kontrolirati i kontrolirali smo godinama. Studenti koji će se jednog dana baviti epidemiologijom i komunikacijom imaju izravnu ulogu u sljedećoj generaciji intervencija, od praktične provedbe raznih programa i kampanja do borbe protiv dezinformacija i dizajniranja otpornijih zdravstvenih sustava. Ovakav porast mortaliteta za bolest za koju je već godinama dostupno učinkovito cjepivo je i više nego tužan. Na nama je, budućim liječnicima, da od početka svoje karijere obrazujemo širu javnost kako bi u budućnosti spriječili ovakve događaje i stvorili sigurno okruženje s jednim snažnim imunitetom.



Ilustracija ospica iz knjige *On Cutaneous Diseases* (1798.–1808.), Robert Willan, preuzeto sa stranice muzeja Wellcome Collection (London)

Izvori:

1. Parums DV. A Review of the Resurgence of Measles, a Vaccine-Preventable Disease, as Current Concerns Contrast with Past Hopes for Measles Elimination. 2024. [Internet]. Dostupno na: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10946219/> PMC
2. World Health Organization. Measles cases surge worldwide, infecting 10.3 million people in 2023. 14 Nov 2024. [Internet]. Dostupno na: <https://www.who.int/news/item/14-11-2024-measles-cases-surge-worldwide--infecting-10.3-million-people-in-2023>. World Health Organization
3. Minta AA, et al. Progress Toward Measles Elimination — Worldwide, 2000–2023. MMWR. 2024. [Internet]. Dostupno na: <https://www.cdc.gov/mmwr/volumes/73/wr/mm7345a4.htm>. CDC
4. European Centre for Disease Prevention and Control. Measles — Annual Epidemiological Report for 2024. Stockholm: ECDC; 2025. [Internet]. Dostupno na: <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/MEAS-AER-2024-Report.pdf>. ECDC
5. Do LAH, Mulholland K, et al. Measles 2025. N Engl J Med. 2025 Jun 25. doi:10.1056/NEJMra2504516. PubMed+1

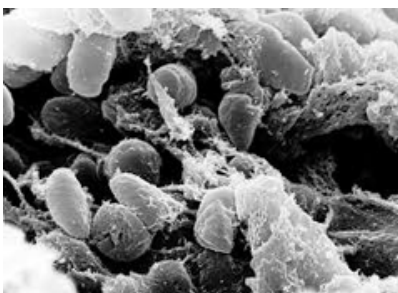
PET INFEKTIVNIH BOLESTI KOJE SU PROMIJENILE SVIJET I KAKO IH DANAS DRŽIMO POD KONTROLOM

Autorica: Danijela Čorluka

Infektivne bolesti oblikovale su tijekom čovjekove povijesti više nego ratovi i tehnologija. One su mijenjale demografiju, poticale migracije, rušile carstva i potaknule razvoj moderne medicine. Danas, zahvaljujući znanosti, većinu njih možemo držati pod kontrolom — ali oprez nikad nije završio. U nastavku vam donosimo pregled pet infektivnih bolesti koje su obilježile i promijenile svijet uz pouke iz kojih i danas učimo.

1. Kuga – „Crna smrt” koja je preoblikovala Europu

U 14. stoljeću bakterija *Yersinia pestis* uzrokovala je jednu od najvećih katastrofa u ljudskoj povijesti. Procjenjuje se da je kuga ubila između 30 i 50% europskog stanovništva. Bolest se širila posredstvom buha koje su živjele na glodavcima te brzo izazivala tešku septikemiju i visoku smrtnost.



Yersinia pestis, SEM, izvor: Rocky Mountain Laboratories

Zašto je važna danas? Kuga nije nestala — sporadični slučajevi i dalje se pojavljuju (SAD, Mongolija). No, moderna medicina, brza dijagnostika i antibiotici čine je izlječivom ako se prepozna na vrijeme.

Što smo naučili? Kuga nas je naučila koliko brzo jedna bakterija može promijeniti povijest. *Yersinia pestis* pokazala je da infektivne bolesti nisu samo zdravstveni, nego i društveni, ekonomski i demografski izazov. Srednjovjekovne epidemije potaknule su prve javnozdravstvene mjere poput karantena i izolacija te nadzor granica i formiranje izvješća o širenju bolesti. Iz ovakvih borbi proizašla je ideja epidemiologije kakvu danas učimo na fakultetu. Iako je kuga danas izlječiva, podsjeća nas na važnost brzog prepoznavanja simptoma i kontrole bolesti. Zoonotske bolesti zahtijevaju stalni oprez jer prirodni rezervoari ostaju aktivni. Kuga simbolizira kako kombinacija mikrobiologije, javnog zdravlja i društvene reakcije može spriječiti katastrofalne epidemije.

2. Velike boginje – bolest koju smo pobijedili, ali koja nas još uvijek uči

Velike boginje stoljećima su bile jedna od najsmrtonosnijih bolesti čovječanstva. Njihove epidemije nisu samo uzimale živote, već su mijenjale društvene strukture, ekonomiju i povijest naroda.

Uzročnik bolesti, *Variola virus*, širio se vrlo brzo, uzrokujući visoku smrtnost i trajne ožiljke kod preživjelih. Tek je globalna kampanja cijepljenja dovela do potpunog iskorjenjivanja bolesti 1980. godine, što je jedan od najvećih uspjeha medicine u modernoj povijesti.



Variola major virus (Orthopoxvirus), TEM, izvor: Robert Koch Institute

Zašto su važne danas? Iako velike boginje više ne postoje u prirodi, njihova priča i dalje ima izniman globalni značaj. One nam pokazuju što je moguće postići kad medicina, javno zdravstvo i globalna suradnja rade zajedno. Njihovo potpuno iskorjenjivanje služi kao model i motivacija za borbu protiv drugih infektivnih bolesti, posebno onih koje se teško kontroliraju ili imaju potencijal pandemijskog širenja.

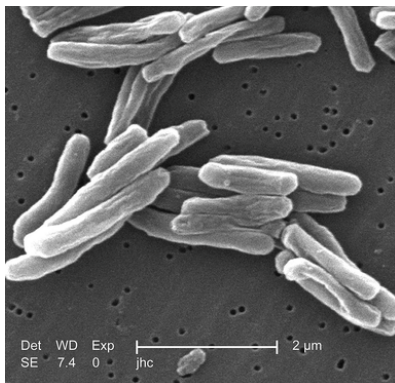
Također nas podsjećaju na važnost cjepiva, prevencije i održavanja budnosti prema novim patogenima jer čak i nestale bolesti ostavljaju pouke za buduće izazove.

Što smo naučili? Velike boginje nas uče nekoliko ključnih lekcija: prvo, da je eradiciranje bolesti moguće samo kada postoji učinkovito cjepivo i kada bolest nema prirodni životinjski rezervoar. Drugo, da globalna suradnja i koordinacija u javnozdravstvenim strategijama mogu spasiti milijune života. I, konačno, da medicina ne završava liječenjem — svijest, edukacija i stalna prevencija jednako su važni. Njihova priča podsjeća nas da je pobjeda nad infektivnim bolestima kombinacija znanosti, strategije i strpljenja, lekcija koja vrijedi i u današnjem svijetu suvremenih pandemija.

3. Tuberkuloza – „Stara dama“ u novom ruhu

Iako je pamtimo kao bolest prošlih vremena, tuberkuloza i danas ostaje jedan od najvećih javnozdravstvenih izazova. Uzročnik *Mycobacterium tuberculosis* stoljećima je bio vodeći globalni ubojica među infektivnim bolestima, a unatoč modernim antibioticima, ova „stara dama“ i dalje je uporno prisutna u našoj svakodnevnici. Dapače, i dalje svake godine odnosi između jednog i dva milijuna života, dok je procjena da je čak četvrtina svjetske populacije latentno zaražena tuberkuloznim bacilom.

Što smo naučili? Tuberkuloza nas uči da mikrobi nisu statični protivnici: evoluiraju i prilagođavaju se, što u medicini zahtijeva stalnu budnost i prilagodbu. Također nas podsjeća da uspjeh u kontroli bolesti ne ovisi samo o lijekovima, već i o društvenim, ekonomskim i obrazovnim uvjetima.



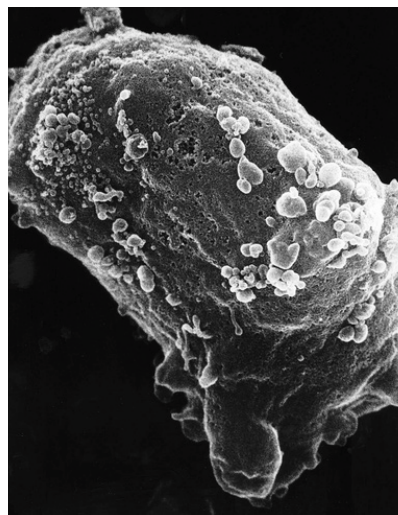
Mycobacterium tuberculosis, izvor: Centers for Disease Control and Prevention's Public Health Image Library

Rano otkrivanje, pravilna terapija i preventivne mjere zajedno čine temelj dugoročne borbe, dok iskustva s cijepljenjem i javnozdravstvenim strategijama pokazuju koliko je važna globalna koordinacija i učenje iz povijesti. Tuberkuloza nas, konačno, podsjeća da su strpljenje, sustavnost i multidisciplinarni pristup ključni u borbi protiv svake infektivne bolesti — jer pobjeda nad bakterijom ne dolazi samo antibiotikom, nego i razumijevanjem njenog ponašanja i utjecaja na društvo.

4. HIV/AIDS – pandemija koja je promijenila medicinu i društvo

Od prvih slučajeva 1981. do danas, HIV je iz temelja promijenio medicinu. Nekoć smrtonosna bolest, danas je, uz pravovremenu terapiju, pretvorena u kronično stanje s gotovo normalnim životnim vijekom. To je jedan od najvećih uspjeha moderne farmakologije i imunologije. Virus napada CD4+ T-lifmocyte, ključne stanice imunološkog sustava. Bez njih, organizam postaje ranjiv na oportunističke infekcije i tumore. Upravo te sekundarne komplikacije bile su glavni uzrok smrti u ranim godinama epidemije.

Zašto je važan danas? Razvoj antiretrovirusne terapije (ART) ubrzao je i istraživanja u imunologiji i virologiji. Antiretrovirusna terapija djeluje na više razina replikacije virusa i, ako se redovito uzima, virusna se količina može smanjiti do nemjerljive razine. To znači da osoba živi normalan život, nema progresije bolesti i ne prenosi virus drugima. To je revolucionarna medicinska činjenica koja je promijenila i društvene i etičke aspekte skrbi o osobama s HIV-om.



Limfocit s klasterom HIV-virusa, SEM, izvor: National Cancer Institute

Što smo naučili? Medicina nije samo liječenje — ona je i edukacija. Bez destigmatizacije, testiranja i javnozdravstvenih kampanja, terapija ne bi imala ovakav učinak. Osim toga, HIV je spojio infektologiju, imunologiju, epidemiologiju, molekularnu biologiju, psihoedukaciju i socijalni rad u jednu jedinstvenu priču o skrbi i time dokazao da multidisciplinarnost spašava živote. Poruka primjenjiva na sve infektivne bolesti je „Što ranije otkrivanje, to bolji ishod“, naglašavajući aspekt važnosti rane dijagnoze. Za kraj, HIV nas je naučio da strah, neznanje i društvena osuda mogu spriječiti ljude da potraže pomoć — a to povećava širenje bolesti. Medicina mora biti sigurno mjesto.

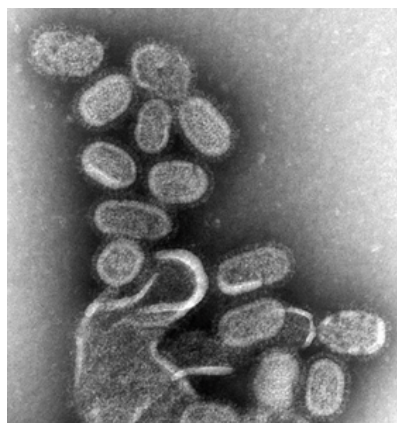
5. Influenza – virus koji se stalno mijenja

Virus influenzae A jedan je od najfascinantnijih, ali i najnepredvidivijih virusa koje poznajemo. Povijesno gledano, gripa je uzrokovala neke od najrazornijih pandemija ikad. Španjolska gripa 1918. ostavila je neizbrisiv trag, ubivši više od pedeset milijuna ljudi — više nego Prvi svjetski rat, a i danas sezonski uzrokuje milijune komplikacija.

Zašto je influenza tako neuhvatljiva? Virus gripe stalno mutira. Dva mehanizma posebno zbunjuju imunološki sustav (i nas studente), a to su antigenski drift — odnosno sitne, kontinuirane mutacije koje uzrokuju sezonske epidemije te antigenski shift — što može rezultirati nastankom potpuno novog soja i otvoriti vrata pandemiji. Ovo je jedan od razloga zašto se cjepivo mijenja svake godine. Danas imamo brzu dijagnostiku, dostupno sezonsko cijepljenje, antivirusne lijekove (oseltamivir, zanamivir) te epidemiološki nadzor koji prati globalno kretanje sojeva.

Što smo naučili? Pandemije gripe pokazale su nam da ovaj virus nikako ne možemo svesti na „običnu virozu“. Njegova sposobnost stalnog mijenjanja kroz antigenski drift i shift otkriva koliko mikrobi mogu biti sofisticirani i zašto je važno razumjeti evoluciju virusa u realnom vremenu. Upravo zbog toga, globalno praćenje sojeva postalo je temelj suvremene epidemiologije: mreža laboratorija diljem svijeta kontinuirano nadzire cirkulirajuće varijante gripe, a njihovi se podaci svakog proljeća pretoče u preporuku za novu formulaciju cjepiva.

Godišnje mijenjanje cjepiva, koje se ponekad može učiniti „pretjeranim“, zapravo je najbolja lekcija imunologije u praksi — imunološko pamćenje djelotvorno je samo ako se podudara s antigenima koji trenutno kruže populacijom. Ujedno, influenza nas je podsjetila da virusima ne treba mnogo da se prošire; dovoljno je da se ljudi kreću, putuju i međusobno miješaju. U takvom svijetu najjednostavnije mjere, poput higijene, ostanka kod kuće u simptomatskoj fazi ili korištenja maski u sezoni povećane transmisije, dobivaju ogromnu važnost. Iako djeluju banalno, u stvarnosti su izuzetno snažan alat u kontroli širenja respiratornih infekcija.



Virus influenzae A, TEM, izvor: Centers for Disease Control and Prevention's Public Health Image Library

Infektivne bolesti nisu samo dio povijesti medicine – one su ogledalo našeg društva, naših navika i naših znanstvenih dostignuća. Svaka od njih nosi svoje lekcije; kako mikrobi evoluiraju brže nego što ih možemo pratiti, koliko su društveni i ekonomski uvjeti ključni u njihovom širenju te koliko globalna suradnja i prevencija spašavaju živote.

No, možda najvažnija lekcija koju nam ostavljaju jest da medicina nije samo skup lijekova i protokola – ona je i znanje, strpljenje i spremnost na prilagodbu. Pobjede nad patogenima nisu trajne ako ih ne čuvamo, a nove prijetnje uvijek čekaju iza ugla. U konačnici, ove „stare dame i „novi virusi“ podsjećaju nas da je borba protiv bolesti kombinacija znanosti, društvene odgovornosti i ljudske snalažljivosti – i da upravo kroz učenje o njima postajemo bolji liječnici, ali i bolji čuvari zdravlja društva.

Izvori:

1. World Health Organization. Plague. Geneva: WHO; 2023.
2. World Health Organization. Smallpox and its eradication. Geneva: WHO; 1988.
3. World Health Organization. Global tuberculosis report 2023. Geneva: WHO; 2023.
4. Fauci AS, Lane HC. Human immunodeficiency virus disease: AIDS and related disorders. In: Kasper DL, et al., editors. Harrison's Principles of Internal Medicine. 21st ed. New York: McGraw-Hill; 2022.
5. Centers for Disease Control and Prevention. Seasonal influenza. Atlanta: CDC; 2023.

NEPRIJATELJ KOJI JE OSTAVIO TRAG: ENDOGENI RETROVIRUSI I NEUROEVOLUCIJA

Autorica: Petra Jurković

Virusi i njihove osobitosti

Virus je mikroorganizam koji se sastoji od genetskog materijala (DNA ili RNA) unutar proteinskog omotača. Kada virus uđe u stanicu, iskorištava stanične funkcije kako bi proizveo vlastite kopije, što dovodi do oštećenja stanice i razvoja bolesti. Među njima se posebno izdvajaju retrovirusi, RNA virusi koji posjeduju enzim reverznu transkriptazu, koja virusnu RNA prepisuje u DNA i omogućuje integraciju virusnog genoma u genom domaćina. Ako se to dogodi u stanicama koje daju potomstvo (gamete), virusni genom postaje naslijeđen. Takve su integrirane virusne sekvence ostale u ljudskom genomu kao takozvani endogeni retrovirusi (HERV). Procjenjuje se da približno 5–8% ljudskog genoma ima porijeklo u tim virusnim integracijama. Dugo su se smatrale beskorisnim „fosilima” iz evolucije, svojevrsnim „junk DNA”. Međutim, danas znamo da neke od tih virusnih sekvenci i dalje imaju važne uloge. Zato u nastavku istražujemo kako su virusi postali neočekivani, ali važni graditelji našeg genoma.

Od fosila do funkcionalnih elemenata

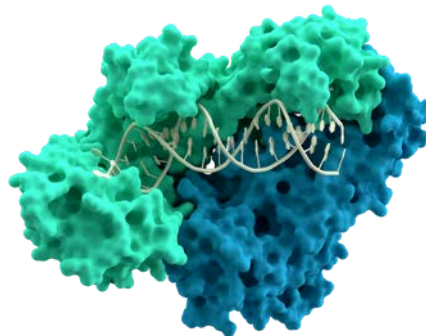
Iako su sekvence virusnog podrijetla u ljudskom genomu otkrivene još prije nekoliko desetljeća, dugo su se smatrale tek tihim svjedocima drevnih infekcija, svojevrsnim genomskim ostacima bez stvarne uloge.

No, nova istraživanja pokazala su da su mnoge od tih sekvenci iznenađujuće aktivne: mogu služiti kao promotori ili *enhanceri* (pojačivači), sudjelovati u nastanku novih egzona, kodirati proteine ili dugoročno utjecati na epigenetsku regulaciju. U tu skupinu pripadaju endogeni retrovirusi (ERV-ovi), ostaci retrovirusa koji su se integrirali u genom naših predaka i prenose se generacijama. Sličnu ulogu imaju i transpozoni. To su dinamične sekvence koje se mogu „premješati” unutar genoma, mijenjajući njegovu strukturu i regulacijske obrasce. Zbog takve aktivnosti, i ERV-ovi i transpozoni danas se smatraju mogućim „inženjerima” evolucijskih promjena. Jedan od najzanimljivijih primjera dolazi iz istraživanja sisavaca: geni izvedeni iz retrotranspozona, poput *Sirh11/Zcchc16*, pokazali su utjecaj na razvoj mozga i kognitivne funkcije. Miševi koji su izgubili ovaj gen imali su poremećaje pažnje, impulzivnosti i radne memorije, a to jasno pokazuje da virusni ostaci nisu pasivni „otpad”, nego aktivni sudionici u oblikovanju složenih moždanih funkcija.

Kako virusni elementi utječu na mozak?

Virusi elementi u našem genomu mogu značajno utjecati na razvoj mozga. Njihove sekvence ponavljajuće DNA (LTR – *long terminal repeats*), osobito oni povezani s endogenim retrovirusima, mogu se aktivirati kao promotori i tako mijenjati kada i gdje se određeni geni uključuju tijekom neurološkog razvoja.

U jednom istraživanju (Nair i sur., 2021.) umjetna aktivacija HERV-K LTR-a u ljudskim pluripotentnim stanicama dovela je do pojačane transkripcije tijekom stvaranja kortikalnih neurona, što upućuje na moguću ulogu ovih elemenata u ranim fazama neurološkog razvoja. Virusni ostaci također doprinose i genskoj raznolikosti. Transpozoni poput LINE-a, (*Long Interspersed Nuclear Element*), SINE-a, (*Short Interspersed Nuclear Elements*) i ERV-a mogu uzrokovati mutacije kombiniranjem egzona i stvarati nove kombinacije genskih segmenata, a time potencijalno utječu na evoluciju strukture i funkcije neokorteksa. Osim toga, neki virusni proteini s vremenom postaju korisni za domaćina. Primjer je „viralna mimikrija” kod koje prijevise HERV-ova mogu nalikovati virusnoj RNA i aktivirati imunološke puteve, a to se povezuje s procesima kao što su stanično starenje i neurodegeneracija. Sve to pokazuje da virusni elementi aktivno sudjeluju u oblikovanju našeg mozga.



Površinski prikaz kristalne strukture HIV reverzne transkriptaze temeljen na PDB koordinatama 3KLF. Izvor: Wikimedia Commons, autor Thomas Splettstoesser

Neočekivani igrači

Iako su endogeni retrovirusi dugo privlačili pažnju, otkriveno je da i neki neretrovirusi mogu ostaviti trajne zapise u ljudskom genomu. Primjer su sekvence slične bornavirusu, nazvane EBLN (endogenous Borna-like N). Ovi fragmenti nemaju vlastiti mehanizam integracije, ali se vjerojatno ugrađuju u genom uz pomoć retrotranspozona, poput LINE 1, koji prepisuju virusnu RNA u DNA i integriraju je u genom domaćina. Zanimljivo je da su neki EBLN očuvani milijunima godina i da su kod čovjeka zadržali otvoreni okviri čitanja (ORF), što im omogućuje proizvodnju funkcionalnih proteina. Na primjer, EBLN1 pomaže u održavanju stabilnosti genoma, organizaciji mikrotubula i pravilnom dijeljenju stanica. Stanice bez njega pokazuju oštećenja DNA i poremećaje u staničnom ciklusu. Kod životinja, neki EBLN proteini igraju ulogu u obrani od virusa: kod trinaestoprugastih vjeverica EBLN učinkovito blokira replikaciju bornavirusa, istog virusa od kojeg su fragmenti vjerojatno i potekli.

Dokazi u mozgu: ekspresija i povezanost s funkcijom

Humani endogeni retrovirusi (HERV-ovi) čine oko 8% ljudskog genoma, no njihova uloga dugo je bila misterij. Iako su ranija istraživanja povezivala HERV-ove s psihijatrijskim poremećajima, rezultati su često bili nedosljedni zbog malih uzoraka i metodoloških ograničenja. Novo istraživanje donosi prvi sveobuhvatni uvid usmjeren na utjecaj HERV genoma na rizik za velike psihijatrijske poremećaje. Koristeći TWAS (analiza povezanosti na razini transkriptoma) pristup i alat Telescope, istraživači su izveli sekvenciranje RNA i genetske podatke velike kohorte, kvantificirajući ekspresiju HERV-ova s visokom kromosomskom preciznošću.

Integracijom s GWAS podacima identificirane su četiri HERV signature povezane s psihijatrijskim rizikom: dva specifična za shizofreniju, jedan zajednički za shizofreniju i bipolarni poremećaj te jedan za veliki depresivni poremećaj. Zanimljivo, nijedan od njih ne pripada obiteljima tradicionalno povezanim s mentalnim bolestima, što sugerira da preciznije metode mogu otkriti ranije neprepoznate veze. Više od 4500 HERV-ova u mozgu koregulira se s genima uključanima u neurobiološke funkcije, a njih preko 1200 regulirano je u istoj DNA molekuli, što ukazuje na stabilne genetske mehanizme i potencijalni doprinos psihijatrijskim poremećajima. Ovo istraživanje otvara novo područje neurogenomike. HERV-ovi prestaju biti tihi svjedoci evolucije i postaju kandidati za funkcionalne sudionike u patofiziologiji mentalnih bolesti, nudeći nove, neočekivane terapijske ciljeve.

Etički i teorijski okviri: što ovo znači za nas

Ova istraživanja mijenjaju način na koji gledamo ljudsku jedinstvenost: naš genom nije samo „naš“, već i arhiva milijuna godina interakcija s mikroorganizmima. To ne znači da su virusi „ciljano“ oblikovali naš mozak, već da su rijetke, slučajne integracije postale presudne kada su bile selektivno korisne, naglašavajući međuovisni karakter evolucije. Retroelementi, velika i raznolika skupina transpozonskih elemenata koja je aktivna i danas, predstavljaju snažan izvor genomske inovacije i oblikovali su evoluciju sisavaca. Jedna od ključnih značajki koja sisavce razlikuje od drugih kralježnjaka jest neokorteks.

Neokorteks ima jedinstvenu neuronsku organizaciju, raznolike tipove stanica i složene obrasce povezanosti, što je utjecalo na kognitivne sposobnosti i evolucijski uspjeh. Kod ljudi, moždana je kora iznimno proširena, s bogatim neuronskim mrežama. Nedavna istraživanja pokazuju da sekvence izvedene iz retrotranspozona sudjeluju na višestrukim razinama regulacije gena u mozgu, od transkripcijske i posttranskripcijske kontrole do trodimenzionalne organizacije kromatina. U skladu s tim, sve više neurorazvojnih i neurodegenerativnih poremećaja povezano je s disregulacijom retrotranspozona, što naglašava njihovu ulogu i to ne samo u evoluciji, nego i u zdravlju i bolesti čovjeka.

Granice znanja i perspektive za budućnost

Iako dokazi o utjecaju virusnih elemenata u genomu rastu, još uvijek postoji mnogo otvorenih pitanja. Koliki je njihov stvarni doprinos u usporedbi s drugim izvorima genetske inovacije? Koje su točno funkcionalne posljedice u ljudskoj populaciji? Moderne metode, poput sekvenciranja RNA, epigenomskih karata i CRISPR-baziranih eksperimenata, pružaju moćne alate za istraživanje ovih pitanja i bolje razumijevanje uloge virusnih elemenata u ljudskoj biologiji. Posebno je zanimljiva veza između ekspresije HERV-ova i neuropsihijatrijskih poremećaja, koja otvara mogućnosti za nove terapijske pristupe. Ipak, takva istraživanja zahtijevaju temeljitu provjeru i oprez, kako bi zaključci bili znanstveno pouzdani i primjenjivi u praksi.

Virusi kao neočekivani graditelji ljudskog genoma

Virusni elementi u ljudskom genomu, od endogenih retrovirusa do EBLN sekvenci, više nisu samo „genetski fosili” ili slučajni evolucijski ostaci. Oni oblikuju strukturu i funkciju našeg genoma, utječu na razvoj mozga, doprinose genetskoj raznolikosti i mogu modulirati rizik za neuropsihijatrijske poremećaje. Ovi nalazi naglašavaju da evolucija nije jednostavan, linearan proces, nego složena mreža međusobno ovisnih događaja, u kojoj i virusi igraju neočekivanu, ali značajnu ulogu. Doduše, još uvijek postoje brojna otvorena pitanja o njihovom točnom doprinosu i funkcionalnim posljedicama. Razumijevanje virusnih elemenata ne samo da proširuje naše znanje o genomu i evoluciji, nego i podsjeća na složenu povezanost između mikroorganizama i čovjeka, koja oblikuje naše zdravlje, razvoj i biološku jedinstvenost.



Autorica ilustracije: Barbara Veselovac

Izvori:

1. Ferrari R, Zimmer-Bensch G, Feschotte C. Retrotransposons as drivers of mammalian brain evolution. *Mob DNA*. 2021;12:8. Dostupno na: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8143547/> PMC
2. Horie M, Tomonaga K, Zakaryan H, et al. Endogenous non-retroviral RNA virus elements in mammalian genomes. *Nature*. 2010;463(7277):84–7. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20054395/> PubMed
3. Enriquez-Gasca R, et al. Co-option of endogenous retroviruses through genetic escape. *Cell Reports*. 2023. Dostupno na: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11980785/> PMC
4. Duarte RRR, et al. Integrating human endogenous retroviruses into transcriptome-wide analyses of the adult cortex. *Nat Commun*. 2024; (article). Dostupno na: <https://www.nature.com/articles/s41467-024-48153-z> Nature
5. Frost B. The role of retrotransposons and endogenous retroviruses in neurodegeneration and brain function. *Annu Rev Neurosci*. 2024; (review). Dostupno na: <https://www.annualreviews.org/content/journals/10.1146/annurev-neuro-082823-020615> Annual Reviews
6. Bakoulis S, et al. Endogenous retroviruses co-opted as divergently transcribed regulatory elements. *Nucleic Acids Res*. 2022;50(4):2111–2130. Dostupno na: <https://academic.oup.com/nar/article/50/4/2111/6528905> OUP Academic
7. Tury S, et al. A co-opted endogenous retroviral envelope promotes cell homeostasis (example of co-option). *Cell Reports (or Sci Direct)*. 2023. Dostupno na: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211124723010768> ScienceDirect

ANTRAKS? ANTRAKS!

Autorica: Vanessa Lukas

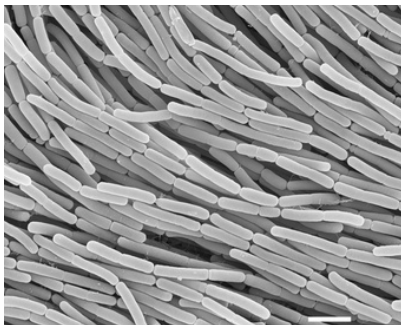
Antraks, iliti bedrenica, bakterijska je bolest koju uzrokuje *Bacillus anthracis* (Slika 1.), a poznata je u veterinarstvu i medicini. U ljeto 2025. godine, antraks se podigao iz prašine! U Hrvatskoj, osobito u Dalmatinskoj zagori, došlo je do pomora krava. Zbog navedenog događaja, prisjetit ćemo se ukratko gradiva, a zapisali smo i nekoliko zanimljivosti!

Stop fagocitozi

Kapsula *Bacillus anthracis* građena je od polipeptida, a ne od polisaharida kao što je slučaj kod većine drugih bakterija. Ona štiti bakteriju od fagocitoze.

Tri mušketira

Bakterija proizvodi snažan toksin koji je građen od tri proteinske komponente: protektivni antigen (PA), faktor nastanka edema (EF) i letalni faktor (LF). PA ulazi u stanice domaćina i uvodi ostala dva toksina, EF uzrokuje edem poremećajem signalnih puteva, a LF dovodi do stanične smrti. Proteinske komponente su pojedinačno netoksične, tek u parovima ostvaruju patogeni učinak. Svi za jednog, jedan za sve!



Slika 1.
Kolonije *B. anthracis*, SEM, preuzeto sa stranice Robert Koch Institute



Slika 2.
Crni prišt, preuzeto sa stranice Centers for Disease Control and Prevention's Public Health Image Library

Biološki oklop

U nepovoljnim uvjetima *Bacillus anthracis* stvara spore. Spora je obavijena s više slojeva (kora, egzosporij, endosporij) koji štite bakteriju poput biološkog oklopa. Navedeno omogućava preživljavanje desecima godina u tlu. Bitno je naglasiti da se zaraza odvija isključivo sporama, a ne vegetativnim oblikom koji se nalazi u zaraženom organizmu. Stoga, zaražene osobe ili životinje nisu izvor infekcije za druge.

Od tri lica bolesti, jedno ima crni prišt

Kod ljudi postoje tri glavna oblika antraksa koja odgovaraju mjestu ulaska spora, a to su kožni, plućni (inhalacijski) i crijevni (gastrointestinalni). Kožni je antraks najčešći. Na mjestu ulaska spora nakon nekoliko dana nastaje papula, zatim jedna pa više vezikula. U središtu lezije dolazi do nekroze zbog čega se takva manifestacija naziva „crni prišt“ (Slika 2.). Plućni je oblik najopasniji, nastaje inhalacijom spora, a smrtnost je vrlo visoka ako se pravodobno ne započne s liječenjem. Gastrointestinalni antraks tipičan je za životinje. Nastaje ingestijom spora, a kod ljudi se pojavljuje rijetko. Manifestacija tog tipa podrazumijeva hemoragični enterokolitis sa sepsom.



Autorica fotografije: Vanessa Lukas

Zmije, krave, meduze

Kao uzorak za dijagnostiku antraksa može se koristiti krv, sputum i eksudat ili punktati kožne lezije. Mikroskopiranjem izravnog preprata vidljivi su gram pozitivni štapići. Bakterija je uzgojiva na krvnom agaru. Nakon 24 sata nastaju bijelosiive hrapave kolonije bez hemolize, a nakon nekoliko dana na kolonijama nastanu izdanci zbog čega izgledaju kao glava Meduze (Slike 3.A. i 3.B.).

Bolje spriječiti nego liječiti

Zbog otpornosti spora i njihove sposobnosti dugotrajnog preživljavanja u okolišu provodi se cijepljenje stoke, a u slučaju zaraze, provode se mjere kontrole bolesti koje uključuju odgovarajuće zbrinjavanje uginulih životinja, zabranu kretanja, biosigurnosne mjere, čišćenje i dezinfekciju te kontrolu glodavaca. Prevencija i kontrola antraksa u ljudi temelje se na dvostrukom pristupu: proaktivnom cijepljenju visokorizičnih osoba, kao što su veterinari, te postekspozicijskoj intervenciji za sve potencijalno izložene. Trenutno postoje dva cjepiva, AVA cjepivo (engl. Anthrax Vaccine Adsorbed) i AVA-adjutantirano cjepivo. To su acelularna proteinska cjepiva koja sadrže filtrirani supernatant nevirulentnog soja *B. anthracis* adsorbiran na aluminij kako bi se pojačao imunološki odgovor. AVA je odobreno i za preekspozicijsku i za postekspozicijsku profilaksu.



Slika 3.A.

Kolonije s karakterističnim izgledom glave Meduze, krvni agar preuzeto sa:

www.microbiologyinpictures.com/bacteria/photos/bacteria-photo-gallery.php



Slika 3.B.

Michelangelo Merisi da Caravaggio, Meduza, oko 1597. godine

AVA-adjutantno dodatno sadrži imunostimulirajući oligonukleotid (CpG 7909), koji pojačava imunološki odgovor i omogućuje brže postizanje zaštitnih koncentracija antitijela. Za razliku od standardnog AVA cjepiva, adjutantirana verzija odobrena je isključivo za postekspozicijsku uporabu. Osim cijepljenja, postekspozicijska profilaksa uključuje i antibiotsku terapiju. Za empirijsku terapiju preporučuju se doksiciklin, minociklin, ciprofloksacin i levofloksacin. U slučaju da je izolirani soj osjetljiv na peniciline, mogu se koristiti i penicilin V i amoksicilin.

Tragovima antraksa

Antraks je u ljudi u Hrvatskoj i Europi danas izuzetno rijedak. Prvi službeni slučaj humanog antraksa u Hrvatskoj zabilježen je u zdravstvenom registru iz 1945. godine, dok je antraks u životinja opisan čak 160 godina ranije, točnije 1785. godine u Krapini. Uvođenjem sustavnog nadzora postignuta je dobra kontrola bolesti. U novijoj hrvatskoj povijesti pojavnost antraksa u ljudi ima sporadičan obrazac. U 21. stoljeću, do 2021. godine, zabilježeno je ukupno deset slučajeva antraksa iz različitih dijelova Hrvatske i različitih vremenskih razdoblja (2003., 2004., 2005., 2012., i 2014. godine). Zadnja pojavnost datira iz 2022. godine, kada je došlo do „izbijanja antraksa” na području Lonjskog polja. Tada je zabilježeno sedamnaest slučajeva kožnog antraksa, a svi su bolesnici uspješno izliječeni.

Bioteroristički potencijal

Antraks je povijesno istraživan kao biološko oružje jer su spore vrlo otporne i lako se aerosoliziraju. U jesen 2001. godine u Sjedinjenim Američkim Državama zabilježen je jedinstven slučaj bioterorističke upotrebe antraksa. Poštanskim putem distribuirana su pisma koja su sadržavala spore, što je rezultiralo s ukupno dvadeset i dvoje oboljelih od kojih je pet preminulo od inhalacijskog oblika bolesti. Provedena je iscrpna FBI istraga nazvana „Amerithrax“, no slučaj nikada nije službeno zaključen suđenjem jer je osumnjičenik preminuo.

Antraks u glazbi

„Anthrax“ nije samo bolest već i heavy metal band iz New Yorka. Ime su izabrali jednostavno zato što im se sviđjelo kako zvuči. Nakon pojava pisama s antraksom 2001. godine, javno su izjavili da nemaju veze s bioterorističkim napadom i da ime ne mijenjaju.

Od krave do Hollywooda

Forenzički timovi tragaju za izvorom kontaminacije, analiziraju se uzorci u laboratoriju, pokušava se spriječiti širenje bolesti, a oboljelima stiže lijek u zadnji čas – tako su često drammatizirane situacije u filmovima i serijama gdje je antraks glavni negativac, vjerojatno popularizirano nakon već spomenutog bioterorističkog napada.



Autorica fotografije: Vanessa Lukas

Izvori:

1. Kalenić S, suradnici. Medicinska mikrobiologija. 2. izmijenjeno i obnovljeno izdanje. Zagreb: Medicinska naklada; 2019. ISBN 978-953-176-890-0
2. FBI. Amerithrax or Anthrax Investigation. Washington, DC: Federal Bureau of Investigation
3. Žmak L, tBošnjak S, Pem Novosel I, Juzbašić T, Vilibić-Čavlek T, Tabain I, Miškić T, Lohman Janković I, Brkić I, Gverić Grginić A. Large Anthrax Outbreak in a New Locality in Croatia, 2022. Life. 2024;14(3):349. doi:10.3390/life14030349
4. Wilson KH. Prevention of anthrax. UpToDate. Wolters Kluwer Health; 2024 [pristupljeno 29. 11. 2025.]. Dostupno na: <https://www.uptodate.com>

EGZOTIČNI, A NAŠI: FLAVIVIRUSI U HRVATSKOJ

Autorica: Anamarija Gerenčir

Iskreno zahvaljujem Dariju Sabadiju, dr. med. na mentorstvu, stručnom savjetovanju i podršci tijekom pisanja ovog članka. Također, njegovi znanstveni radovi bili su od velike pomoći kao relevantna literatura i inspiracija za sadržaj ovog članka.

Virusne priče nisu samo iz tropskih dokumentaraca

Kad govorimo o flavivirusima, najprije pomislimo na tropske krajeve, egzotične komarce i putopisne dokumentarce. Ipak, posljednje godine pokazale su da Europa, pa tako i Hrvatska, itekako sudjeluje u njihovoj epidemiološkoj priči.

Flavivirusi pripadaju porodici *Flaviviridae* i obuhvaćaju više od 70 različitih virusa. To su mali, ovijeni virusi s jednolančanom pozitivnom RNA kao genomom.

Većina se flavivirusa prenosi arbo-putem (*arthropod-borne*), što znači da im za prijenos trebaju komarci ili krpelji, a osobito se dobro povezuju s pticama, koje im služe kao prirodni rezervoari.

Upravo su migracije ptica i širenje vektora glavni razlozi zbog kojih se flavivirusi relativno brzo mogu pojaviti u novim područjima.

Flavivirusi obuhvaćaju neke od najpoznatijih virusa koji se prenose vektorima: virus Zapadnog Nila (*West Nile virus-WNV*), Usutu virus, virus *dengue*, virus Zika, virus žute groznice i virus krpelnog meningoencefalitisa (KME).

Kako su flavivirusi stigli do nas: vektori, okoliš i prvi slučajevi

Europa posljednjih deset godina bilježi izražen porast aktivnosti flavivirusa, osobito virusa Zapadnog Nila (WNV). Kombinacija povoljnih klimatskih uvjeta, migracijskih putova ptica i širenja vektora, ponajprije komaraca, omogućila je ovim virusima da se trajno udomaće u područjima u kojima ih do prije nekoliko desetljeća gotovo nije bilo.

U toj se epidemiološkoj priči našla i Hrvatska. Iako se često doživljava kao periferno područje na karti globalnih zaraznih bolesti, flavivirusima geografske granice ne predstavljaju prepreku.

Prvi ozbiljniji susret Hrvatske s ovim virusima zabilježen je 2012. godine, kada su u istočnim županijama, (Osječko-baranjskoj, Brodsko-posavskoj i Vukovarsko-srijemskoj), potvrđeni prvi klinički slučajevi neuroinvasive infekcije virusom Zapadnog Nila. Četiri slučaja prijavljena su u Osječko-baranjskoj županiji, a oboljeli su bili hospitalizirani u KBC-u Osijek, na Klinici za infektivne bolesti, gdje su liječeni zbog teških neuroloških manifestacija, uključujući encefalitis.

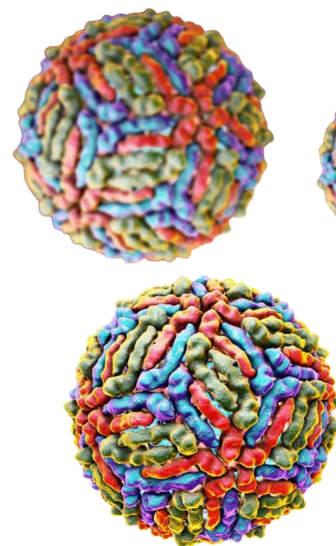
Već sljedeće godine virus se proširio i na sjeverozapadne dijelove zemlje, uključujući Zagreb i okolice, čime je potvrđeno da WNV više nije sporadična pojava.

Od uboda do bolesti

Nakon uboda zaraženog vektora, virus ulazi u kožu te se širi u limfni sustav i krvotok. Kod većine zaraženih osoba imunološki sustav sprječava daljnje širenje infekcije, no kod manjeg broja bolesnika virus može prodrijeti u središnji živčani sustav i uzrokovati neuroinvasive bolest.



AI generirana ilustracija



Zašto je ova pojava važna upravo nama?

Flavivirusi mogu izazvati širok raspon bolesti, od potpuno asimptomatskih infekcija preko blagih febrilnih stanja pa sve do teških neuroinvazivnih bolesti poput meningitisa, encefalitisa i meningoencefalitisa. Teži oblici češći su kod starijih osoba, imunokompromitiranih pacijenata i osoba s kroničnim bolestima. Iako mnoge infekcije virusom Zapadnog Nila i Usutu virusom prolaze neprimijećeno, upravo te „tihe“ infekcije mogu održavati virus u ekosustavu. U istočnoj Hrvatskoj neuroinvazivni oblici WNV-a češće se bilježe u starijih osoba i bolesnika s kroničnim bolestima, dok se KME češće javlja u mlađoj i srednjoj životnoj dobi.

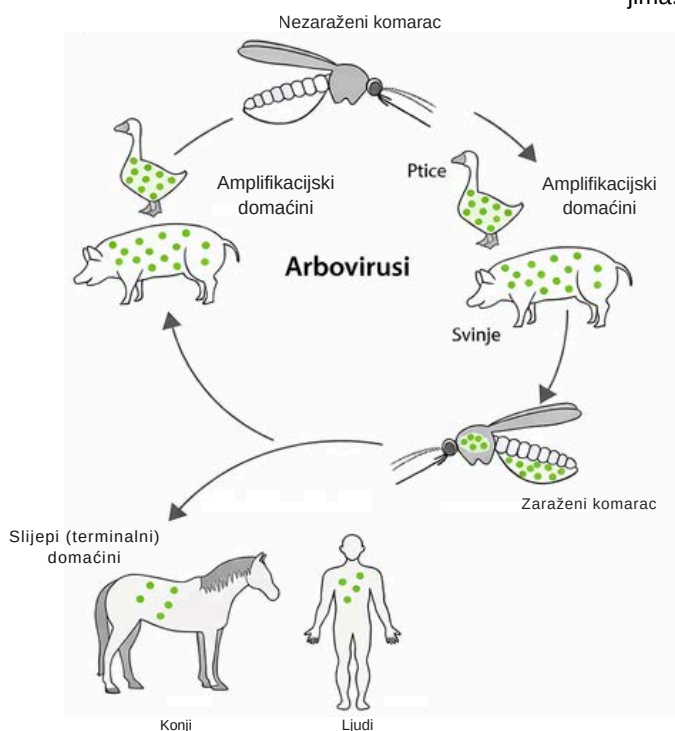
Razumijevanje ovog širenja nemoguće je bez uvida u prirodne cikluse prijenosa flavivirusa.

WNV primarno se prenosi ubodom zaraženog komarca, najčešće iz roda *Culex*, a njegov prirodni ciklus odvija se između ptica i komaraca, dok su ljudi i konji tzv. „slijepi domaćini“. U Hrvatskoj je WNV najčešće dokazan u kontinentalnim područjima, osobito u istočnoj Slavoniji, gdje čini većinu zabilježenih neuroinvazivnih flavivirusnih infekcija. Posebno epidemiološko značenje ima Kopački rit, močvarno područje iznimno bogato pticama selicama i komarcima, koje pruža idealne uvjete za održavanje enzootskog ciklusa virusa. Upravo zbog takvih okolišnih čimbenika istočna Hrvatska smatra se jednim od glavnih prirodnih žarišta WNV-a u zemlji.

Sličan obrazac prijenosa ima i Usutu virus (USUV), koji je filogenetski vrlo blizak virusu Zapadnog Nila. I on se prenosi ubodom komaraca, ponajprije vrsta roda *Culex*, uz ptice kao glavni rezervoar.

U Hrvatskoj je cirkulacija Usutu virusa potvrđena u pticama, komarcima i konjima, dok su ljudski slučajevi rijetki i uglavnom zabilježeni u kontinentalnim krajevima i to često u istim regijama u kojima cirkulira WNV. Preklapanje staništa, vektora i rezervoara rezultira istodobnom pojavom ovih virusa što dodatno otežava epidemiološki nadzor i laboratorijsku dijagnostiku.

Za razliku od komarcima prenosivih flavivirusa, virus KME ima drukčiji ekološki i epidemiološki obrazac. Prenosi se ubodom zaraženog krpelja, najčešće vrste *Ixodes ricinus*, a njegov prirodni ciklus vezan je uz šumske ekosustave i male sisavce, osobito glodavce. U Hrvatskoj je KME prisutan prvenstveno u kontinentalnim područjima, uključujući i istočnu Hrvatsku, gdje se bilježi kontinuirani porast broja oboljelih. Za razliku od WNV-a i USUV-a, KME nije povezan s močvarnim područjima i pticama, već s boravkom ljudi u prirodi i izravnim kontaktom s krpeljima.



Ciklus prijenosa arbovirusa između komaraca i amplifikacijskih domaćina, dok su ljudi i konji slijepi (terminalne) vrste domaćina. Prilagođeno na hrvatski jezik prema Peterson et al., 2024. CC BY 4.0. Izvor: <https://www.mdpi.com/2966448>

West Nile virus (WNV)

Infekcija West Nile virusom u većini slučajeva prolazi asimptomatski, dok se kod oko 20 % zaraženih razvija blaga febrilna bolest s nespecifičnim simptomima. Neuroinvazivna bolest javlja se u manje od 1% slučajeva, ponajprije u starijih osoba i bolesnika s kroničnim komorbiditetima. U istočnoj Hrvatskoj neuroinvazivni WNV najčešće se očituje kao meningitis ili meningoencefalitis, a rijetko su zabilježene i atipične manifestacije poput cerebelitisa i poliradikuloneuritisa, što upućuje na širok spektar neuroloških zahvaćanja.

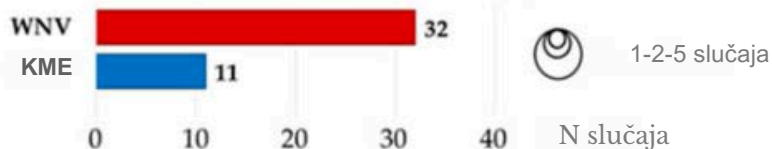
Usutu virus (USUV)

Infekcije Usutu virusom u ljudi najčešće su asimptomatske ili blage te prolaze neprepoznato. Ipak, u rijetkim slučajevima, osobito kod imunokompromitiranih osoba, mogu se razviti neurološke manifestacije poput meningitisa ili encefalitisa. Zbog istodobne cirkulacije USUV-a i WNV-a u kontinentalnoj Hrvatskoj, njihovo kliničko i laboratorijsko razlikovanje predstavlja poseban dijagnostički izazov.

Krpeljni meningoencefalitis (KME)

Krpeljni encefalitis često započinje nespecifičnim, simptomima nalik na gripu te u europskom obliku može imati bifazični tijek bolesti. U neurološkoj fazi najčešće se razvijaju meningitis ili meningoencefalitis, uz izraženu limfocitnu pleocitozu u cerebrospinalnoj tekućini. U usporedbi s WNV-om, KME se češće javlja u mlađoj i srednjoj životnoj dobi, a može biti povezan s dugotrajnim neurološkim posljedicama.

Hrvatska u tom smislu ima sve ključne elemente za održavanje flavivirusa u okolišu: migracijske rute ptica, stabilne populacije komaraca i krpelja, povoljne klimatske uvjete te kontinuiranu izloženost stanovništva prirodnim žarištima infekcije.



Raspodjela bolesnika s neuroinvazivnom infekcijom flavivirusima u istočnoj Hrvatskoj. Prilagođeno prema: *Pathogens* 2025;14(1):69. CC BY 4.0. doi: [10.3390/pathogens14010069](https://doi.org/10.3390/pathogens14010069)

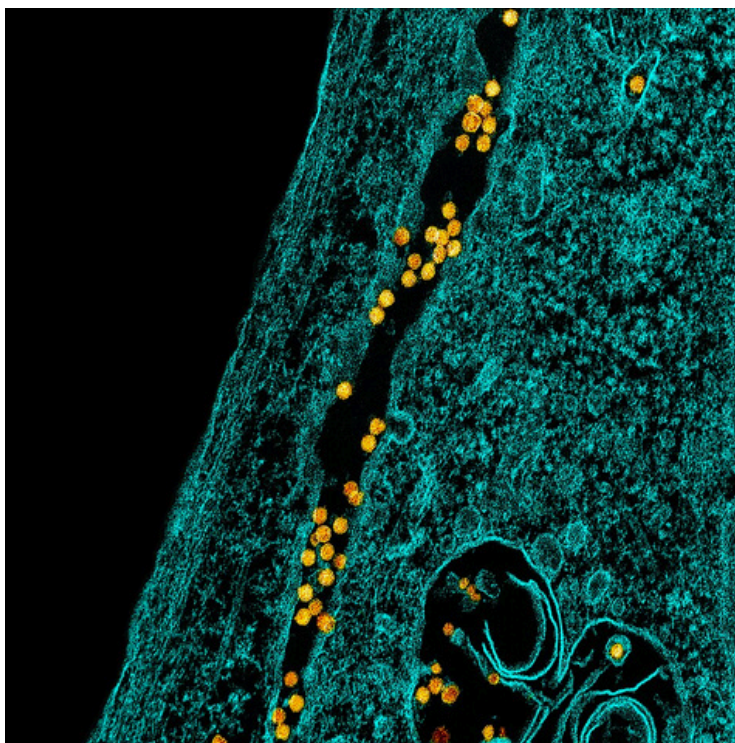
Kako ih prepoznamo i liječimo?

Dijagnostika flavivirusnih infekcija složena je zbog preklapanja kliničkih simptoma i česte serološke unakrsne reaktivnosti među flavivirusima. Temelji se na kombinaciji analize cerebrospinalne tekućine, molekularnih i seroloških metoda. RT-PCR se koristi za detekciju virusne RNA u cerebrospinalnoj tekućini (CSF) ili urinu, pri čemu je testiranje urina osobito korisno u potvrdi infekcije virusom Zapadnog Nila. Analiza CSF-a pokaže pleocitozu u obje infekcije, ali s izraženom limfocitnom dominacijom kod krpeljnog meningoencefalitisa, dok je kod infekcije WNV-om često prisutan miješani ili neutrofilni upalni odgovor. Serološka dijagnostika uključuje detekciju IgM i IgG protutijela u serumu i CSF-u, a zbog moguće križne reaktivnosti nužna je potvrda neutralizacijskim testom i određivanje aviditeta IgG protutijela. Kombinirani dijagnostički pristup omogućuje pouzdanu identifikaciju uzročnika, što je ključno u neuroinvazivnim oblicima bolesti.

Liječenje je uglavnom simptomatsko i suportivno, tj. usmjereno na ublažavanje simptoma. Za blaže oblike, poput groznice Zapadnog Nila, preporučuju se odmor, rehidracija te antipiretici i analgetici. Teži neurološki oblici zahtijevaju bolničko liječenje, praćenje vitalnih funkcija i potporu, uključujući liječenje komplikacija poput napadaja. Trenutačno ne postoje specifični antivirusni lijekovi za West Nile, Usutu ili krpeljni meningoencefalitis pa je prevencija putem zaštite od uboda vektora i, kod krpeljnog encefalitisa, cijepljenja, ključna za smanjenje rizika.



PCR uređaj



West Nile virus: transmisijski elektronski mikrograf, preuzeto sa stranice Nacionalnog instituta za alergije i zarazne bolesti (NIAD). Slika je licencirana pod CC BY 2.0 (Creative Commons Attribution 2.0), preuzeto sa: commons.wikimedia.org/wiki/File:West_Nile_Virus_-_1.jpg

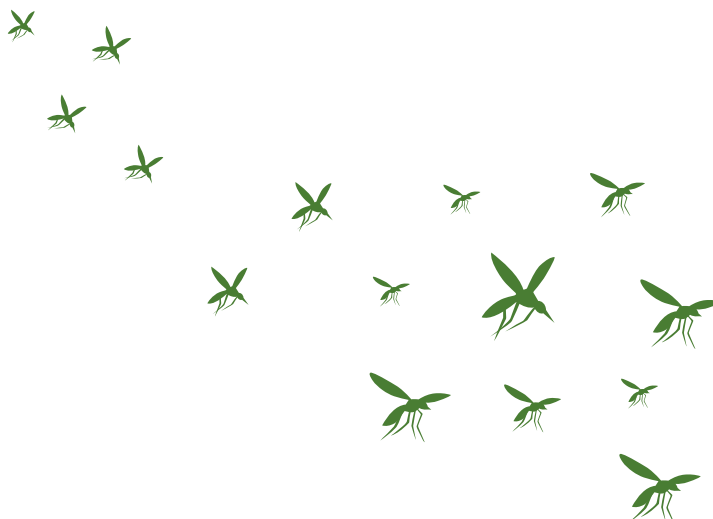
Flavivirusi: mali virusi s velikim iznenađenjem

Iako flavivirusi mogu zvučati kao strašni nametnici, u sebi kriju i niz zanimljivosti koje možda niste znali:

1. Flavivirus znači „žuti“: ime dolazi od latinske riječi flavus, što znači žut, jer je žuta groznica (*yellow fever*) jedan od prvih otkrivenih flavivirusa koji je izazivao karakterističnu žuticu.
2. Zika virus prvi je put povezan s mikrocefalijom kod novorođenčadi tijekom velike epidemije u Brazilu koja je započela oko 2015. godine. Prije toga, Zika se smatrala relativno benignim virusom s blagim simptomima.
3. Repliciranje flavirusa u mozgu ptica: istraživanja su pokazala da virus može dospjeti u središnji živčani sustav ptica, no one često nemaju kliničke simptome, što ih čini prirodnim rezervoarima.
4. Diapauza u vektorskim insektima i preživljavanje virusa: Neke vrste komaraca mogu preživjeti hladne mjeseci u stanju diapauze, a virus može opstati u njima, što je potvrđeno u ekološkim studijama o širenju WNV-a.
5. Neke vrste komaraca, poput *Culex pipiens*, mogu vlastitim letom prijeći nekoliko kilometara, a uz pomoć vjeha dokumentirani su i prijelazi od 10 km u jednoj noći, što im omogućuje široko širenje flavivirusa.

Izvori:

1. Sabadi D, Bodulić K, Savić V, Vlahović Vlašić N, Bogdanić M, Perić L, Tabain I, Lišnjik D, Duvnjak M, Židovec-Lepej S, Grubišić B, Rubil I, Barbić L, Švitek L, Stevanović V, Smajić P, Berišić B, Zlosa M, Rončević I, Vilibić-Čavlek T. Clinical Characteristics, Laboratory Parameters, and Molecular Epidemiology of Neuroinvasive Flavivirus Infections in a Hotspot Region of Eastern Croatia. *Pathogens*. 2025 Jan 14;14(1):69. doi: 10.3390/pathogens14010069. PMID: 39861030; PMCID: PMC11768143.
2. Sabadi D, Peric L, Savić V, Rubil I, Baraban V, Tabain I, Barbic L, Duvnjak M, Bogdanic M, Stevanovic V, Capak K, Vilibic-Cavlek T. Fatal case of West Nile encephalitis associated with acute anteroseptal ST elevation myocardial infarction (STEMI): a case report. *New Microbiol*. 2020 Jan;43(1):51-53. Epub 2019 Dec 13. PMID: 32334492.
3. Sevvana M, Kuhn RJ. Mapping the diverse structural landscape of the flavivirus antibody repertoire. *Curr Opin Virol*. 2020;45:51–64.
4. Pem-Novosel I, Vilibic-Cavlek T, Gjenero-Margan I, Pandak N, Peric L, Barbic L, Listes E, Cvitkovic A, Stevanovic V, Savini G. First outbreak of West Nile virus neuroinvasive disease in humans, Croatia, 2012. *Vector Borne Zoonotic Dis*. 2014 Jan;14(1):82-4. doi: 10.1089/vbz.2012.1295. Epub 2013 Nov 27. PMID: 24283515; PMCID: PMC3880908.
5. Vignjević G, Bušić N, Turić N, Varga Z, Zana B, Ábrahám Á, Kurucz K, Vručina I, Merdić E. First Detection of West Nile Virus Lineage 2 in *Culex pipiens* Vectors in Croatia. *Pathogens*. 2024;13(12):1131. doi: 10.3390/pathogens13121131
6. Vilibić-Čavlek T, Barbić L, Klobučar A, Vucelja M, Bogdanić M, Sabadi D, Kutleša M, Gjurašin B, Stevanović V, Curman Posavec M, et al. Re-Emergence of Usutu Virus and Spreading of West Nile Virus Neuroinvasive Infections During the 2024 Transmission Season in Croatia. *Viruses*. 2025;17(6):846. doi: 10.3390/v17060846
7. Dmitrović BA, Bodulić K, Kurolt IC. Phylogenomic insights into West Nile virus lineage 2 circulating in Croatia. *Virology Journal*. 2025;22:136. doi: 10.1186/s12985-025-02756-0





**ZNANOST I
INOVACIJE**

ČUVARI SVETOG GRALA

Autorica: Vanessa Lukas

Već dosta vremena vrijedi činjenica da rak nastaje akumulacijom mutacija proliferirajućih stanica. Svaka je proliferirajuća stanica u riziku od maligne transformacije. Slijedeći tu činjenicu, može se zaključiti da što je više stanica, odnosno što je organizam veći, veća je i mogućnost zloćudnog oboljenja. Također, starenjem se povećava rizik maligne transformacije jer stanice starijeg organizma imaju više vremena za akumulaciju mutacija. No, kako onda postoje velike, dugovječne životinje poput kitova? Je li Sveti Gral skriven u oceanu?

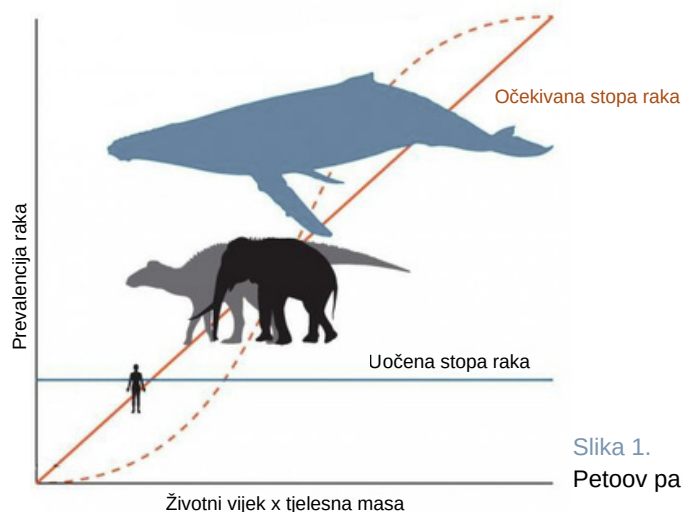
Bilo jednom u New Yorku

Grenlandski kit živi duže od svih drugih sisavaca s maksimalnim životnim vijekom većim od 200 godina. On je ujedno i druga najveća životinja na Zemlji čija masa može biti veća od 80 000 kilograma. Da bi živio toliko dugo, grenlandski kit mora posjedovati iznimno snažne genetske mehanizme koji sprječavaju nastanak raka i drugih bolesti povezanih sa starenjem. Upravo ta ogromna životinja zaintrigirala je znanstvenike sa Sveučilišta Rochester iz New Yorka.

Znanstevnici su za početak ispitali koliko je onkogenih pogodaka potrebno da bi primarne fibroblaste grenlandskog kita zahvatila maligna transformacija. Neočekivano, fibroblastima grenlandskog kita bilo je potrebno manje onkogenih pogodaka za malignu transformaciju nego ljudskim fibroblastima. Međutim, stanice grenlandskog kita pokazale su poboljšanu sposobnost i preciznost popravka dvostrukih lomova DNA te niže stope mutacija u odnosu na ljudske stanice.

Petoov paradoks

Bilo bi očekivano da će veće i starije životinje imati i višu incidenciju raka, no istraživanja pokazuju da takva povezanost zapravo ne postoji. Ova neočekivana odsutnost navedne korelacije poznata je kao Petoov paradoks (Slika 1.). Ključno pitanje koje proizlazi iz Petoovog paradoksa jest kako je evolucija prilagodila biologiju velikih i dugovječnih vrsta kako bi održale tako nisku incidenciju raka unatoč većem broju stanica i duljem životnom vijeku?



Slika 1.
Petoov paradoks



A whale being speared with harpoons by fishermen in the Arctic sea. Gravura: A. M. Fournier prema E.Travièsu. Izvor: Wellcome Collection

Ukratko o dvolančanim lomovima DNA

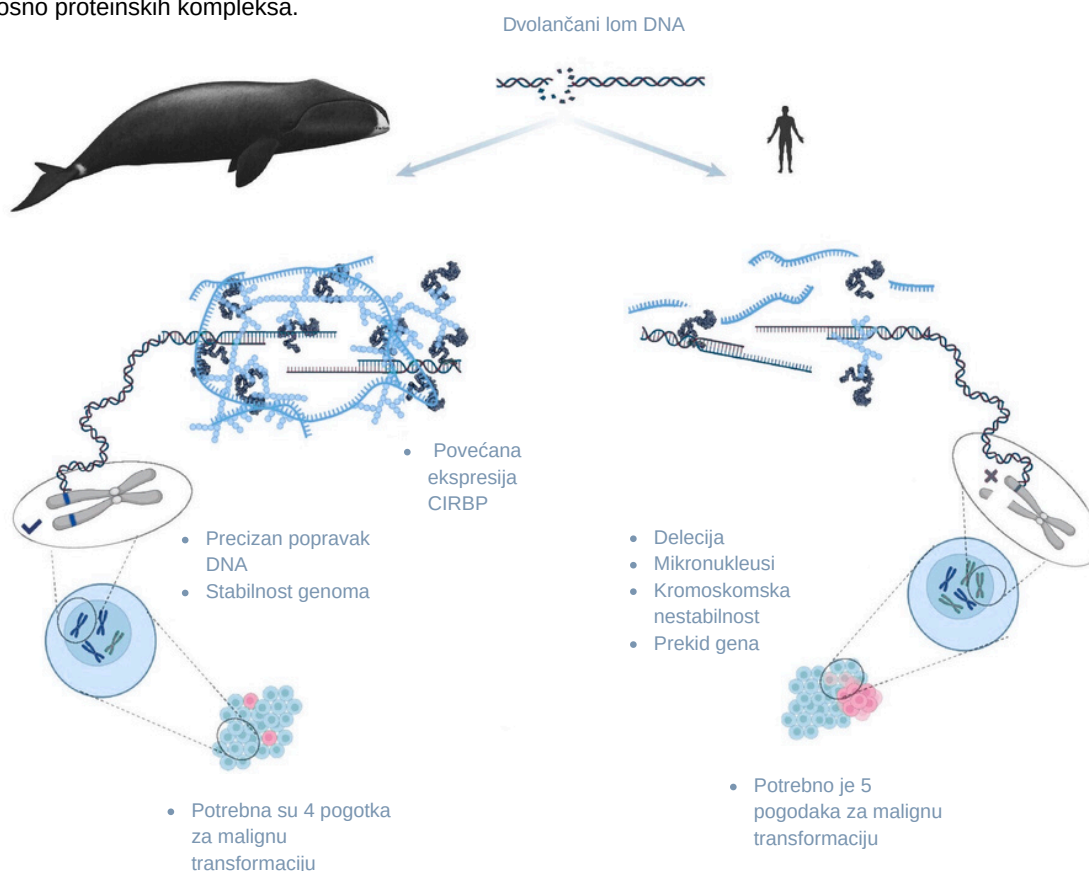
Dvolančani lomovi DNA podrazumijevaju istodobni prekid oba komplementarna lanca, što rezultira potpunim gubitkom kontinuiteta dvostruke uzvojnice, stoga spadaju među najopasnije vrste oštećenja genoma. Takvo oštećenje predstavlja dramatičan stres za stanicu jer narušava strukturu kromatina, onemogućuje pravilnu replikaciju i transkripciju, te potencijalno uzrokuje kromosomske aberacije poput translokacija, delecija ili amplifikacija kromosomskih segmenata, a to su prepoznati rani koraci u onkogenezi. Stanica posjeduje dva glavna puta popravka dvolančanih lomova: homologna rekombinacija i nehomologna rekombinacija. U obje vrste popravka uključeno je mnogo proteina, odnosno proteinskih kompleksa.

Homologna rekombinacija je visoko precizan mehanizam koji koristi sestrinsku kromatidu kao matricu, dok se u nehomolognoj rekombinaciji direktno spajaju krajevi lomova bez potrebe za homologijom, što je brže, ali često mutageno.

U čemu je kvaka?

Kitovi, ljudi, pa i vinske mušice, eksprimiraju CIRBP (engl. cold-inducible RNA-binding protein). CIRBP je jedan od regulatora popravka dvolančanih lomova DNA. Mehanizam djelovanja tog proteina nije u potpunosti razjašnjen. Istraživanja sugeriraju da CIRBP olakšava vezanje proteina za popravak DNA na njezine krajeve i štiti ih od resekcije (Slika 2.).

U stanicama kitova razine navednog proteina su stotinu puta veće nego u ljudskim stanicama. Istraživači su, potaknuti tom činjenicom, ispitali pridonosi li obilnost CIRBP stabilnosti genoma. Odgovor je - da. Ekspresija CIRBP-a eksperimentalno je povećana u humanim stanicama *in vitro*, dok je u stanicama grenlandskog kita smanjena. Prekomjerna ekspresija u ljudskim stanicama povećala je učestalost uspješnih popravka homolognom i nehomolognom rekombinacijom i smanjila stopu pogrešaka. Suprotno tome, smanjenje razine proteina u stanicama kita dovele su do značajnog smanjenja učinkovitosti homologne i nehomologne rekombinacije te više pogrešaka.



Slika 2.

Genome maintenance strategies in bowhead whale and human. Nature (2025).

DOI: 10.1038/s41586-025-09694-5, (izvorno na engleskom jeziku)

Dostupno na: www.nature.com/articles/s41586-025-09694-5

Značenje za medicinu

Razotkrivenje „tajne“ grenlandskog kita ne predstavlja samo biološku zanimljivost, nego potencijalnu prekretnicu prema terapijama koje ne liječe posljedice, nego jačaju same „čuvarske mehanizme“ genoma. Trenutne onkološke terapije za cilj imaju eliminaciju već formiranog tumorskog tkiva. Ako se mehanizmi popravka DNA, poput iznimno visoke ekspresije CIRBP-a, postignu „prenosivima“ na ljudske stanice ili se razviju lijekovi koji bi taj učinak farmakološki oponašali, postojala bi terapija koja bi sprječavala nastanak maligne transformacije. Također, biogerontološki gledano, rezultati navedenog istraživanja pružaju uvid u to kako se stabilnost genoma može održati tijekom stoljeća života. Ljudsko starenje snažno je obilježeno porastom oštećenja DNA, a ako se mehanizmi kitova uspiju potpuno razumjeti i ciljano aktivirati, moguće je zamisliti intervencije kojima bi se usporilo akumuliranje mutacija, smanjio rizik od bolesti povezanih sa starenjem te produžio zdrav životni vijek. Naravno, o svemu navedenom zasad treba razmišljati hipotetski. No, ako u medicini postoji Sveti Gral, onda se on možda doista skriva ondje gdje smo ga najmanje očekivali - u tisućama tona teškom čuvaru koji plovi dubinama Arktika.



AI generirana ilustracija

Izvori:

1. Firsanov D, Zacher M, Tian X, et al. Evidence for improved DNA repair in long-lived bowhead whale. *Nature*.2025; doi:10.1038/s41586-025-09694-5.
2. Hofer U, Prudent M, Navratil V, et al. Cold-inducible RNA-binding protein (CIRBP) is essential for genomic stability and cell cycle progression. *PLoS One*.2011;6(3):e17810. Dostupno na: www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3060950
3. Maeda T, Sato K, Onoue Y, et al. Cold-inducible RNA-binding protein (CIRBP) contributes to DNA damage response through PARP1-dependent chromatin binding. *Nucleic Acids Research*.2018;46(18):9659-9672. PMID: 29432179.

DVOLIČNI GENI

Autor: Adrian Borna Bašić

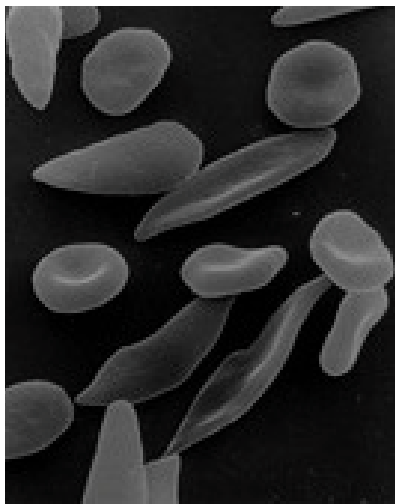
Brojne su bolesti posljedica genetskih mutacija koje se nasljeđuju. Ako ih gledamo iz pomalo dehumanizirajuće perspektive evolucijske biologije, prirodnom bi se selekcijom, kroz duže vrijeme, njihova incidencija trebala smanjivati. Nameće se pitanje; kako to da usprkos svemu one opstaju u populaciji?

Meni moji geni lažu

Potencijalni odgovor pruža hipoteza antagonističke pleiotropije, čiji ćemo nezgrapni naziv sada raspetljati, ako već niste odustali od čitanja. Pleiotropija je fenomen gdje jedan gen utječe na više naizgled neovisnih fenotipskih svojstava. Kako neka od tih svojstava mogu biti dobra za organizam, tj. davati mu prednost u preživljavanju, a druga mogu biti loša, odnos se opisuje kao antagonistički. Ako su ti sukobljeni učinci podjednako jaki, oni će se međusobno poništiti i neće biti neto selekcijskog pritiska. Međutim, ako ovaj dobar učinak nadvlada te pruži prednost u preživljavanju, gen će se vjerojatnije prenijeti dalje, usprkos tome što i dalje nosi ono loše svojstvo. Ključ je cijele priče da taj dobar učinak nadvlada loš upravo u reproduktivnoj fazi života. Vrijedi, dakle, i obrnuti odnos, tj. oni geni koji imaju dobre učinke u starosti, a loše u mladosti, bit će pod negativnim selekcijom pritiskom.

Eritrociti i komarci

Svakako najpoznatiji primjer antagonističke pleiotropije onaj je iz poznate priče o srpastoj anemiji i malariji, samo što ste, nekim čudom, sve do sada preživjeli bez da znate točan pojam za taj fenomen. Radi se o tome da ljudi koji su heterozigoti za mutirani alel za hemoglobin S (HbS) trpe minimalne simptome hemoglobinopatije, a istovremeno imaju povećanu otpornost na malariju u ranom razdoblju života. Priča je s homozigotima, naravno, potpuno drukčija, iako je danas prognoza mnogo bolja. Ovo također objašnjava i veću incidenciju srpaste anemije u podnebljima s većom incidencijom malarije (Afrika). Osim srpaste, smatra se da ovaj odnos vrijedi i za druge nasljedne anemije kao što su: beta-talasemija (dakako, minor) i hemolitičku anemiju zbog manjka glukoza-6-fosfat dehidrogenaze.



Srpasti i normalni eritrociti, preuzeto sa stranice National Institutes of Health (NIH), SAD

U lovu na Huntingtona

Huntingtonova bolest rijetka je autosomno dominantno nasljedna bolest neurodegenerativne prezentacije koja nastupa nakon reproduktivnog razdoblja. Razvija se kao posljedica nakupljanja ponavljajućih CAG sljedova u genu za protein huntingtin. U istraživanjima na bolesnicima i njihovim zdravim srođnicima, uočeno je da bolesnici imaju gotovo 40% više vlastitih potomaka spram njihovih zdravih braća i sestara, a gotovo 20% više spram kontrolne skupine nesrodnika. Uočena je i niža incidencija raka u skupini bolesnika. Istraživači smatraju da se objašnjenje nalazi u pozitivnoj korelaciji između broja CAG ponavljanja i aktivnosti p53 tumorsupresora. Ovaj je protein odgovoran za kontrolu apoptoze stanica, dakle, i za onu u neurodegeneraciji, ali i onu u zloćudno promijenjenim stanicama.



Autorica fotografije: Vanessa Lukas

Rak i reprodukcija

Sljedeći primjer, ujedno i zadnji, ali šprancu ste sada već pohvatali, tiče se gena za receptor za androgene (AR). Ekspresija ovog gena određuje gustoću tih receptora, a najveći utjecaj imaju na tkiva reproduktivnog sustava. U žena je, s jedne strane, uočena pozitivna korelacija između povećane ekspresije gena za receptor i rizika za rak jajnika, a s druge je strane uočena i pozitivna korelacija s plodnošću i smanjenim rizikom za rak dojke u nositeljica BRCA1 mutacije. Povećana plodnost objašnjava se time da povećana aktivnost androgenih receptora, pomalo kontraintuitivno, potiče proliferaciju i sazrijevanje folikula u jajniku. U muškaraca povećana ekspresija gena za AR u pozitivnoj je korelaciji s dvostruko većim rizikom za rak prostate s jedne strane, a s druge strane, kao i kod žena, u pozitivnoj

je korelaciji s plodnošću. Dakle, u mladosti povećava reproduksijski fitness, a tek u starijoj dobi do izražaja dolazi negativan učinak s povećanim rizikom za rak prostate.

Budi sretan jer si mlad

Hipoteza antagonističke pleiotropije nudi nam dobro objašnjenje zašto brojne genetski nasljedne bolesti, usprkos selekcijskom pritisku, još uvijek opstaju u populaciji. Bit je cijele priče da neki naši geni nam svoje „dobro“ lice pokažu dok smo mladi, a onda kada ostarimo okrenu svoju glavu i gledamo ravno u njihovo „loše“ lice.

Izvori

1. flip.hr. pleiotropija | Struna | Hrvatsko strukovno nazivlje [Internet]. [citirano 2024 Nov 8]. Dostupno na: <http://struna.ihjj.hr/naziv/pleiotropija/23949/>
2. Cohen AA, Holmes DJ. Evolution and the Biology of Aging. In: Reference Module in Biomedical Sciences Elsevier; 2014
3. Carter AJ, Nguyen AQ. Antagonistic pleiotropy as a widespread mechanism for the maintenance of polymorphic disease alleles. BMC Med Genet. 2011



Canva

TRUDNICE I NOVO RSV CJEPIVO

Autorica: Valentina Mirković

Što je respiratorni sincicijski virus (RSV)?

Respiratorni sincicijski virus (RSV) jedan je od najčešćih uzročnika respiratornih infekcija kod djece diljem svijeta. Riječ je o RNA virusu iz skupine *Pneumoviridae*, koji se prenosi kapljičnim putem – kašljanjem, kihanjem ili bliskim kontaktom s osobom koja nosi virus. Infekcija obično započinje u gornjim dišnim putevima, no kod dojenčadi i male djece često se širi na donje dišne putove, uzrokujući bronhiolitis ili upalu pluća. Iako većina djece preboli RSV bez ozbiljnijih komplikacija, kod novorođenčadi, starijih osoba te imunokompromitiranih bolesnika virus može izazvati tešku respiratornu bolest i zahtijevati hospitalizaciju. RSV je, prema globalnim procjenama, vodeći uzrok

hospitalizacija zbog akutnih infekcija donjih dišnih puteva kod djece mlađe od pet godina. Važnost prevencije RSV infekcije osobito dolazi do izražaja tijekom zimskih mjeseci, kada se virus najlakše širi u zajednici i zdravstvenim ustanovama.

RSV cjepivo i trudnice

2023. godine odobreno je prvo RSVpreF cjepivo za primjenu u trudnoći, namijenjeno zaštititi novorođenčadi putem prijenosa majčinih protutijela preko posteljice. Cjepivo se daje trudnicama između 32. i 36. tjedna trudnoće, a cilj je da se imunološki odgovor majke prenese na plod, čime se novorođenče štiti u prvim mjesecima života, dok njegov imunološki sustav još nije dovoljno razvijen. Prema kliničkim studijama, RSVpreF

cjepivo smanjuje rizik od teških RSV infekcija kod novorođenčadi za 82% u prvih 90 dana nakon rođenja, dok se ukupna učestalost infekcija donjih dišnih puteva povezanih s RSV-om smanjuje za oko 57%. Te su spoznaje potvrđene i u novijim istraživanjima koja su pratila ishode trudnoće nakon cijepljenja pri čemu nije uočena povećana učestalost prijevremenih poroda ni ozbiljnih nuspojava. Istraživanje provedeno među gotovo tri tisuće trudnica pokazalo je da nije bilo povećanog rizika od prijevremenog poroda među cijepljenim trudnicama te da se većina poroda dogodila u očekivanom terminu. Iako su neka istraživanja ukazivala na blago povećanje učestalosti hipertenzivnih poremećaja u trudnoći, uzročno-posljedična povezanost još uvijek nije potvrđena i zahtijeva daljnja istraživanja. Savjetovanje trudnica



AI generirana ilustracija

tijekom redovnih prenatalnih pregleda i upoznavanje sa samim cjepivom važan je korak u prihvaćanju cjepiva od strane trudnica, zbog čega ginekolozi u tome imaju važnu ulogu. Studije su pokazale da su trudnice koje su dobile preporuku i mogućnost cijepjenja tijekom pregleda znatno češće pristale na imunizaciju.

Što je nirsevimab?

Osim cjepiva za trudnice, razvijen je i drugi oblik zaštite novorođenčadi – nirsevimab, monoklonsko protutijelo, koje se daje izravno novorođenčetu. Nirsevimab nije cjepivo, već laboratorijski proizvedeno protutijelo koje se primjenjuje jednom injekcijom i odmah pruža pasivnu imunost, štiteći dijete tijekom cijele sezone RSV infekcija. Jednostavan je za primjenu i pruža dugotrajniju zaštitu. Kliničke studije pokazale su da učinkovito sprječava hospitalizacije i teže oblike bolesti uzrokovane respiratornim sincicijskim virusom.

RSVpreF cjepivo i nirsevimab - kombinirani pristup zaštiti novorođenčadi

RSVpreF cjepivo i nirsevimab zajedno predstavljaju potpuni pristup zaštite novorođenčadi od RSV infekcije. Dok cjepivo štiti dijete putem majčinih protutijela stečenih tijekom trudnoće, nirsevimab pruža dodatnu sigurnost u slučajevima kada majka nije cijepljena ili kada razina prenesenih protutijela nije dostatna. U nekim slučajevima, osobito kod prijevremenih poroda ili zdravstvenih komplikacija, kombinirana strategija mogla bi pružiti najbolju zaštitu. Znanstvena zajednica naglašava važnost praćenja učinkovitosti oba pristupa u različitim populacijama i uvjetima zdravstvene skrbi.



Iako su rezultati iz inozemnih studija vrlo ohrabrujući, njihovu primjenu potrebno je prilagoditi zdravstvenom sustavu svake zemlje.

Sigurnost, budućnost i izazovi primjene

Sigurnosni profili RSVpreF cjepiva i nirsevimaba do sada su vrlo povoljni. Do sada nisu zabilježene ozbiljne nuspojave povezane s njihovom primjenom, a najčešće reakcije bile su blage, poput privremene boli na mjestu primjene ili umora. Važno je naglasiti da se istraživanja i dalje provode, osobito u pogledu interakcija RSV cjepiva s drugim cjepivima koja se primjenjuju u trudnoći, kao što su cjepiva protiv gripe i hripavca. Jedan od ključnih izazova uvođenja ovih inovacija u širu primjenu jest edukacija zdravstvenih djelatnika i javnosti. Trudnice često imaju nedoumice vezane za sigurnost cijepjenja u trudnoći, zbog čega su jasna komunikacija i aktivno sudjelovanje ginekologa u procesu savjetovanja i edukacije presudni. Posebnu pažnju potrebno je posvetiti individualnom pristupu svakoj trudnici i samom tijeku trudnoće te na taj način pružiti najbolju moguću zdravstvenu zaštitu.

RSVpreF cjepivo i Hrvatska

U Hrvatskoj RSVpreF cjepivo zasad nije uključeno u rutinski program cijepjenja trudnica. Međutim, zbog dobrih rezultata međunarodnih istraživanja i rastući interes stručne zajednice, očekuje se da će se u skorijoj budućnosti razmotriti njegovo uvođenje. U međuvremenu, Hrvatska već koristi nirsevimab za zaštitu najugroženijih skupina novorođenčadi, a sustavno praćenje novih istraživanja i spoznaja vezano za učinkovitost i sigurnost kombinirane primjene RSVpreF

cjepiva i nirsevimaba biti će ključ za donošenje budućih preporuka.

Zaključak

Uvođenje RSVpreF cjepiva i nirsevimaba označava prekretnicu u zaštiti novorođenčadi od respiratornih infekcija. Dok cjepivo omogućuje prijenos majčinih protutijela i dugoročno smanjenje rizika od teške bolesti, nirsevimab pruža dodatni sloj zaštite za one koji nisu obuhvaćeni imunizacijom. Za Hrvatsku, kao i za druge zemlje, sljedeći koraci uključuju jačanje edukacije zdravstvenih djelatnika, osiguravanje dostupnosti cjepiva i poticanje trudnica na donošenje informiranih odluka u suradnji sa svojim liječnicima. Na taj način RSV imunizacija može postati važan dio sveobuhvatne skrbi za trudnice i novorođenčad.



Izvori

1. Naima J, Geeta S; Maternal Immunization and the Implementation Gap—Strengthening Respiratory Syncytial Virus Infrastructure and Preparing for the Future
2. Annette R; Perinatal Outcomes After RSV Vaccination During Pregnancy—Addressing Emerging Concerns

PIERRE I MARIE - KAKO JE JEDAN BRAČNI PAR REVOLUCIONIRAO MEDICINU

Autor: Ivan Sabolek

Tesla i Edison, Darwin i Wallace, Watson i Crick, Einstein i Mileva samo su neki od znanstvenih tandema koji su revolucionirali svoja područja. Ipak, vjerojatno najpoznatija priča o takvom paru ona je bračnog para Marie Sklodowske i Pierrea Curiea. Ta pomalo „šeks-pirovski tragična“, ali i izuzetno inspirativna priča, osim fizike i kemije, značajno je promijenila razvoj moderne medicine.

Ljubav i rukavice

1865. godine u Varšavi, tada pod ruskom vlašću, rođena je Marie Sklodowska. Kao kći učitelja prirodoslovja već je od malena bila odgajana u znanstvenom okruženju pa su njeni interesi naginjali fizici i matematici. Međutim, kao žena nije mogla upisati željeni studij fizike u svojoj domovini pa 1891. odlazi u Pariz na svjetski poznato Sveučilište Sorbonne. 1894. završava studije fizike i matematike, a usput upoznaje Pierrea Curiea, tada već ostvarenog znanstvenika i profesora fizike. Ubrzo se vjenčaju i kao novopečeni bračni par počinju surađivati u sorbonskom Laboratoriju za fiziku. Zahtjevni uvjeti laboratorijskog rada i predavanje na fakultetu postaju prilično mukotrpan svakodnevnica. Prijelomni se trenutak javlja 1896. godine kada je fizičar Henri Becquerel, koji je, inače, uranijeve soli skladištio u drvenoj ladici ispod stola, otkrio radioaktivnost, što je privuklo pozornost bračnog para.

Marie je uz pomoć Pierrea ubrzo razvila metode izolacije radioaktivnih izotopa pa je 1898. uspješno izolirala radij, a 1902. otkrila je i polonij, nazvan po njenoj rodnoj Poljskoj. Suradnja s Becquerelom na području radioaktivnosti dovela ih je 1903. do Nobelove nagrade za fiziku, učinivši Marie prvom ženom koja je osvojila tu najprestižniju nagradu za znanost. Njezine metode izolacije omogućile su precizno proučavanje obilježja radioaktivnih izotopa i njihovu primjenu u terapijske svrhe. Kako bi istraživao fiziološki utjecaj radija, Pierre ga je ubrizgavao u vlastitu kožu, što je dovelo do raznih dugotrajnih oštećenja. Prva su prava radioterapijska istraživanja provedena početkom 20. stoljeća u svrhu liječenja dermatoloških i onkoloških poremećaja, a u čast slavnog para nazvane su *Curietherapie*, danas poznatije kao brahiterapije.

Pierre, o Pierre, zašto si Pierre?

1906. ova ljubavna priča ispunjena mukotrpnim radom, samopožrtvovnošću, ali i značajnim otkrićima dobiva tragični zaokret. Prelazeći ulicu jednog proljetnog dana Pierrea udara kočija i smrtno stradava na licu mjesta; prilično ironično budući da je većinu znanstvenog rada proveo u neposrednoj blizini radioaktivnih spojeva.

Marie, iako shrvana izgubivši svog životnog partnera i velikog suradnika, nasljeđuje Pierreovo mjesto profesora opće fizike i nastavlja rad na području radioaktivnosti. Kasnije joj je zbog rada na radioaktivnosti dodijeljena i druga Nobelova nagrada, ovaj put za kemiju.



Pierre i Marie Curie na biciklističkom putovanju na medeni mjesec, 1895., preuzeto sa stranice Encyclopædia Britannica



Tijekom Prvog svjetskog rata njezin je rad bio usmjeren na primjeni radijacije u medicini. Upravo su njezina i Pierreova otkrića poslužila kao temelj moderne radiologije pa je, uz pomoć kćeri Irene, također kemičarke i fizičarke, razvila mobilne radiološke postaje koje su revolucionirale dijagnosticiranje ozljeda i raznih poremećaja. Osim toga, Marie je osnovala *Institiut du Radium*, a koji će kasnije postati Institut Curie, na kojemu su provedena značajna otkrića na području onkoloških terapija, a posebno radioterapija. Međutim, godine izlaganja radioaktivnim spojevima utječu i na Marie. 1934. godine od posljedica radijacije obolijeva od aplastične anemije i ubrzo umire, ostavljajući za sobom bogato znanstveno nasljeđe, ali i još jednu nobelovku – kći Irene Joliet-Curie. Njezini se posmrtni ostaci danas čuvaju u pariškom Pantheonu, iza debelog sloja olova

Ljepši kraj

Unatoč Pierreovoj tragičnoj smrti, ali i pomalo tužnoj Marie, otkrića i rad ovog para ostavila su duboki trag upravo u borbi protiv same smrti, kao na primjer one koje uzrokuju tumori kod onkoloških pacijenata. Najveća je medicinska primjena njihovih otkrića radioterapija, koja koristi zrake radioaktivnih tvari za uništavanje tumorskih stanica. Upravo je otkrićima Becquerela i para Curie radioterapija doživjela prvi preokret. X-zrake i radij redovito su korišteni u liječenju melanoma, a kasnije i tumora smještenih u dubljim dijelovima tkiva. Tijekom ostatka 20. stoljeća radioterapija je doživjela značajan napredak u liječenju raka, ali i sprječavanju i smanjenju štetnih posljedica radijacije na ostatak organizma. Procjenjuje se da se danas oko dvije trećine onkoloških pacijenata podvrgava nekom obliku radioterapije.

U 21. stoljeću gotovo se svakodnevno provode radioterapijska istraživanja, a njihovi temelji počivaju na otkrićima para Curie. Njihova priča i ne mora biti tragična sagleda li se značaj njihovih otkrića za čovječanstvo i posebice medicinu. Riječima Madame Curie:

„Napredak i otkrića dolaze onima koji nastoje, čak i ako je njihov put težak.“

Izvori:

1. Marie Curie – Biographical. NobelPrize.org. Nobel Prize Outreach 2025. Dostupno na: www.nobelprize.org/prizes/physics/1903/marie-curie/biographical/
2. Britannica. Marie Curie. 2025. Dostupno na: www.britannica.com/biography/Marie-Curie
3. Gianfaldoni S, Gianfaldoni R, Wollina U, Lotti J, Tchernev G, Lotti T. An Overview on Radiotherapy: From Its History to Its Current Applications in Dermatology. *Open Access Maced J Med Sci*. 2017 Jul 18. 28 Nov 2025. Dostupno na: pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5535674/
4. Institut Curie. The legacy of Marie Curie: perpetuating the spirit of a pioneer. 2025. Dostupno na: institut-curie.org/legacy-marie-curie-perpetuating-spirit-pioneer
5. Abergel R, Aris J, Bolch WE, Dewji SA, Golden A, Hooper DA, et al. The enduring legacy of Marie Curie: impacts of radium in 21st century radiological and medical sciences. *Int J Radiat Biol*. 2022. Dostupno na: pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9723808/



Marie Curie u mobilnoj bolničkoj X-ray jedinici zvanoj *Little Curie*, tijekom Prvog svjetskog rata oko 1915. godine, preuzeto sa stranice Encyclopædia Britannica



STIL ŽIVOTA

CIRKADIJANI RITAM, TJELESNA AKTIVNOST I CRIJEVNA MIKROBIOTA

Autorica: Petra Guljaš

Cirkadijani ritam predstavlja temeljni regulator fizioloških procesa u ljudskom organizmu, usklađujući obrasce spavanja i budnosti, metabolizam, hormonsku aktivnost i imunološke funkcije u približno 24-satnom ciklusu. Ovaj endogeni sustav prilagođava organizam dnevnim i noćnim promjenama, a njegova stabilnost ključna je za održavanje metaboličke ravnoteže i općeg zdravlja. Istovremeno, u posljednjem desetljeću sve je jasnije da na cirkadijanu regulaciju snažno utječu i dva dodatna čimbenika životnog stila: tjelesna aktivnost i sastav crijevne mikrobiote. Fizička aktivnost djeluje kao važan „zeitgeber“, odnosno okolišni signal koji može modulirati periferni cirkadijani sat, dok crijevni mikroorganizmi pokazuju vlastite ritmičke oscilacije koje se sinkroniziraju s organizmom domaćina.

Disrupcija bilo kojeg od ovih sustava, cirkadijanog ritma, mikrobiote ili obrasca tjelesne aktivnosti, povezuje se s razvojem metaboličkih poremećaja, kardiovaskularnih bolesti, pretilosti, dijabetesa i kronične upale. Stoga, razumijevanje njihove međusobne povezanosti nudi vrijedan uvid u održavanje zdravlja i razvoj personaliziranih preventivnih strategija.

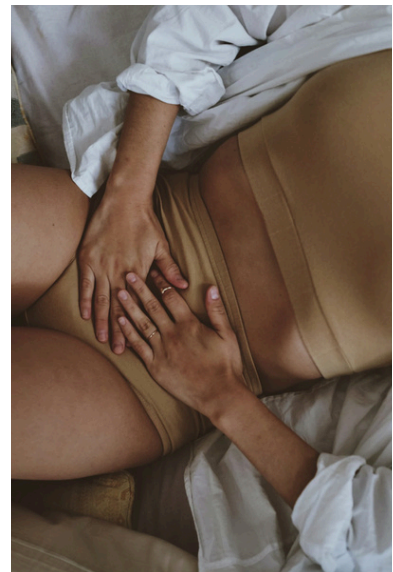
Biološka osnova cirkadijalnog ritma

Cirkadijani ritam regulira središnji „pacemaker“ smješten u suprahijazmatičkim jezgrama (SCN) hipotalamusa. Ove jezgre primaju informacije o svjetlu putem retino-hipotalamičkog trakta te sinkroniziraju periferne satove u jetri, crijevu, skeletnim mišićima i masnom tkivu.

Molekularnu osnovu čine tzv. clock-geni (CLOCK, BMAL1, PER, CRY) koji stvaraju transkripcijsko-translacijske povratne petlje odgovorne za ritmičku ekspresiju brojnih metaboličkih i imunoloških funkcija. Poremećaj ritma, primjerice zbog rada u smjenama, izloženosti umjetnoj svjetlosti noću ili nepravilnog vremena hranjenja, dovodi do desinkronizacije između središnjeg i perifernih satova. Posljedice uključuju narušenu regulaciju glukoze, inzulinsku rezistenciju, pojačanu sistemsku upalu te poremećaj gastrointestinalne funkcije.



Autorica fotografija: Vanessa Lukas



Canva

Crijevna mikrobiota i njezina ritmička dinamika

Crijevna mikrobiota nije statičan ekosustav — brojne bakterijske vrste pokazuju dnevne oscilacije u sastavu i metabolizmu. Na primjer, produkcija kratkolančanih masnih kiselina (SCFA) poput butirata varira tijekom dana, ovisno o ritmu prehrane, luminalnoj aktivnosti te signalizaciji autonomnog živčanog sustava. Ove ritmičke promjene rezultat su dvosmjerne komunikacije domaćina i mikrobiote. Kada je cirkadijani ritam domaćina stabilan, mikrobiota pokazuje jasno definirane dnevne obrasce, što potiče optimalnu probavnu funkciju, imunosnu regulaciju i metabolizam (Slika 1.).

S druge strane, desinkronizacija ritma, osobito noćni rad, odgođeno spavanje i neredovito hranjenje, povezuje se sa smanjenom mikrobiološkom raznolikošću i narušenim funkcijama, što pogoduje razvoju disbioze. Studije pokazuju da takve promjene mogu povećati propusnost crijevne barijere, pojačati razinu endotoksina u krvi i doprinijeti razvoju metaboličkog sindroma.

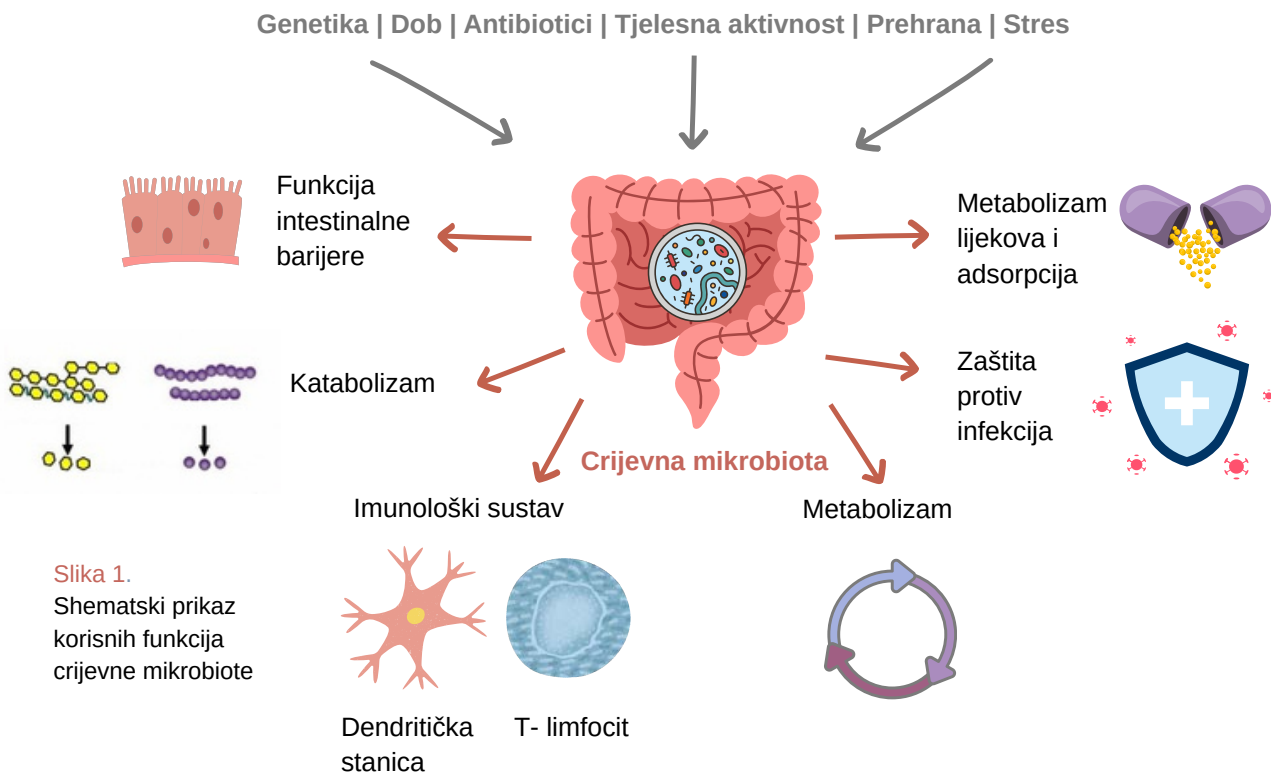
Tjelesna aktivnost kao regulator cirkadijanih i mikrobioloških procesa

Tjelesna aktivnost djeluje kao važan modulacijski čimbenik cirkadijanog sustava. Ritmička kontrakcija skeletnih mišića, promjene temperature tijela, hormonske fluktuacije (posebno kortizola i katekolamina) te povećan protok krvi djeluju na periferne satove, osobito u mišićima i jetri.

Studije pokazuju da vrijeme izvođenja tjelesne aktivnosti može značajno utjecati na metabolički odgovor:

- jutarnja aktivnost poboljšava oksidaciju masti,
- popodnevna aktivnost poboljšava glukoznu toleranciju i mišićnu snagu,
- večernja aktivnost može odgoditi fazu cirkadijalnog ritma kod osjetljivih pojedinaca.

Uz to, redovita tjelesna aktivnost dokazano modulira crijevnu mikrobiotu. Povećava udio korisnih bakterija koje proizvode SCFA, smanjuje razinu upalnih markera te poboljšava integritet crijevne barijere. Primijećeno je i da osobe koje redovito vježbaju imaju veću mikrobnu raznolikost, što se smatra jednim od pokazatelja zdravija mikrobiote.



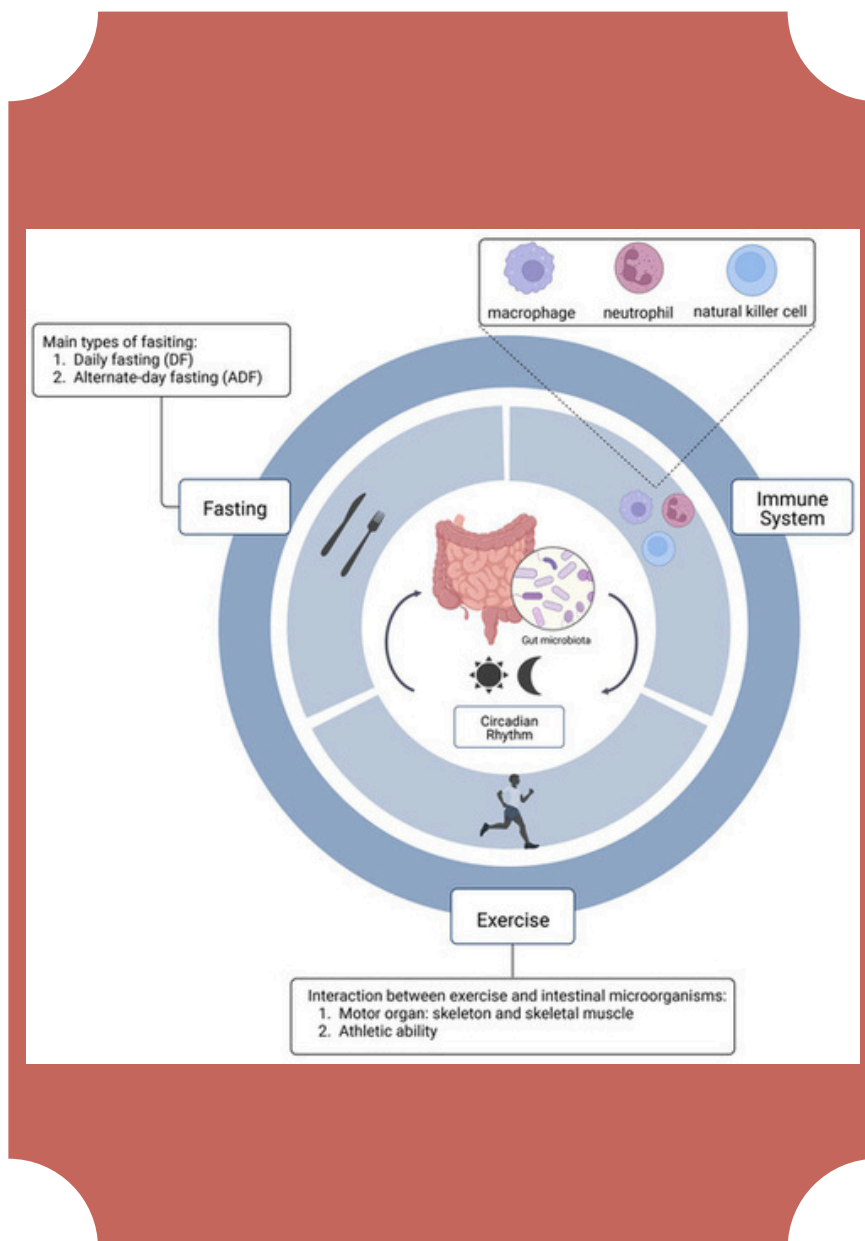
Slika 1. Shematski prikaz korisnih funkcija crijevne mikrobiote

Povezanost cirkadijanog ritma, mikrobiote i tjelesne aktivnosti

Preklapanje ova tri sustava stvara složenu mrežu međusobnih utjecaja (Slika 2.)

1. Poremećen ritam mijenja mikrobiotu. Desinkronizacija između SCN-a i perifernih satova mijenja sastav i metabolizam mikrobiote, posebice smanjujući proizvodnju SCFA te povećavajući udio pro-inflamatornih bakterija.
2. Mikroorganizmi djeluju na ritam domaćina. Metaboliti mikrobiote mogu izravno regulirati ekspresiju clock-gena u crijevu i jetri. Primjerice, butirat modulira BMAL1 i PER2, poboljšavajući metaboličku fleksibilnost u perifernim tkivima.
3. Tjelesna aktivnost usklađuje oba sustava. Redovita aktivnost smanjuje negativne posljedice cirkadijane desinkronizacije i potiče obnavljanje zdrave mikrobiote. Ujedno djeluje kao zaštitni čimbenik kod osoba izloženih kroničnim ritamskim poremećajima, poput radnika u noćnim smjenama.

Stoga, odnos ova tri elementa nije linearan, već snažno interaktivan, stvarajući kompleksan sustav koji određuje fiziološku stabilnost.



Slika 2.

Interakcija između crijevne mikrobiote i cirkadijanog ritma (Effects of Diet and Exercise on Circadian Rhythm: Role of Gut Microbiota in Immune and Metabolic Systems)

Dostupno na: www.mdpi.com/2072-6643/15/12/2743

Zdravstvene implikacije i klinička važnost

Zahvaljujući rastućem broju istraživanja, danas se zna da poremećaji ovog trostrukog sustava doprinose razvoju širokog spektra bolesti: metabolički sindrom i inzulinska rezistencija, dijabetes tipa 2, pretilost, nesanica i poremećaji spavanja, upalne bolesti crijeva i kardiovaskularne bolesti. Integracija znanja o cirkadijanom ritmu, mikrobioti i tjelesnoj aktivnosti otvara prostor za novu generaciju personaliziranih intervencija, tzv. krononutritivnih i kronofizioloških strategija. Primjerice, kombiniranje pravilnog vremena obroka, ciljane tjelesne aktivnosti i mikrobno usmjerenih intervencija (probiotici, prebiotici, psihobiotici) pokazuje obećavajuće rezultate u poboljšanju metaboličkog profila.



Autorica fotografije: Vanessa Lukas

Zaključak

Cirkadijani ritam, tjelesna aktivnost i crijevna mikrobiota predstavljaju međusobno isprepletene sustave koji snažno određuju ljudsko zdravlje. Njihova sinkronizacija ključna je za optimalnu funkciju metabolizma, imunološkog sustava i neuroendokrine regulacije. Razumijevanje dinamike ovog trostrukog odnosa omogućava razvoj sve preciznijih strategija prevencije i liječenja, osobito u području metaboličkih bolesti i kronične upale. U budućnosti, klinička praksa mogla bi se sve više oslanjati na integrirani pristup koji uključuje praćenje cirkadijanih obrazaca, optimizaciju vremena fizičke aktivnosti i ciljane intervencije na mikrobiotu.

Izvori:

1. Cai Y, Liu Y, Wu Z, Wang J, Zhang X. Effects of Diet and Exercise on Circadian Rhythm: Role of Gut Microbiota in Immune and Metabolic Systems. *Nutrients*. 2023;15(12):2743. MDPI
2. Zhang Y, et al. The microbiome stabilizes circadian rhythms in the gut. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2023;120(16):e2217532120. PNAS
3. Bautista J. Bidirectional interactions between circadian rhythms and gut microbiota. *Appl Microbiol Biotechnol*. 2025;109:13570-7. SpringerLink
4. Du D, et al. Gut microbiota, circadian rhythms and their interactions. *Front Microbiol*. 2025;(online ahead of print). PMC
5. Xiang L, Sun J, Su Z. Exercise as a modulator of gut microbiota for improvement of sleep quality: a narrative review. *Front Neurosci*. 2025; (online ahead of print). Frontiers
6. Zhang M, et al. Interactions between Gut Microbiota, Host Circadian Rhythms and Exercise. *Sci Direct*. 2025; (In press). ScienceDirect

OD PROPUHA DO PILEĆE JUHE: JE LI MAMA STVARNO BILA U PRAVU?

Autorica: Katarina Toljan

Ovaj tekst istražuje istine i zablude sadržane u narodnim poslovicama naše kulture. Od smrtonosnog propuha do čudotvornosti pileće juhe; provjeravamo koliko znanstveno utemeljenih činjenica zapravo leži u tim tradicionalnim vjerovanjima.

Ako ste ikada pokušali izaći iz kuće s mokrom kosom, sjeli na hladan beton ili odbili tanjur tople juhe za vrijeme ručka, vjerojatno ste doživjeli dobro poznati zaprepašteni pogled. Bilo da je riječ o baki koja panično zatvara prozor čim „osjeti da vuče“ ili mami koja inzistira da obučete potkošulju, svi smo odrasli uz vjerovanja o zdravlju koja su se prenosila generacijama. No, jesu li te toliko ukorijenjene rečenice samo simpatični ostatci narodnog vjerovanja, ili pak imaju znanstvenu podlogu?

U ovom članku odlučila sam staviti nekoliko najpoznatijih savjeta pod medicinsko povećalo i otkriti kada je mama doista bila u pravu, a kada su njezini argumenti pali na testu fiziologije.

Ne sjedaj na hladan kamen! Obuci čarape da ne prehladiš mjehur!

ISTINA

Ove dvije rečenice, koje smo svi čuli barem jednom, zapravo imaju znanstveno uporište. Postoji potencijalna povezanost između izlaganja hladnoći i povećane učestalosti urinarnih infekcija kao i pojave hiperreaktivnog mjehura. Kada je tijelo izloženo hladnoći, dolazi do spazma mišića i suženja krvnih žila, što znači smanjen dotok stanica imunološkog sustava u to područje. Istodobno se u bubrezima povećava protok krvi zbog porasta krvnog tlaka. Također, na hladnoći se tijelo manje znoji, što dovodi do manjeg gubitka tekućine i još većeg zadržanog volumena. Zbog svih tih razloga, zimi ljudi češće mokre pa je tako i veća učestalost hiperreaktivnosti mjehura u

osoba koje su sklone tom stanju. Uz to, veća je učestalost infekcija mokraćnog sustava zbog retencije urina. Naime, mnogi, svjesno ili nesvjesno, piju manje vode tijekom hladnih dana. Kombinacija slabije hidratacije i koncentriranog urina stvara idealne uvjete za rast bakterija. Zanimljivo je da je ova povezanost čak i eksperimentalno potvrđena što znači da su bake bile u pravu, sjedenje na hladnom kamenu i bosa noge zimi doista se mogu pokazati štetnima za zdravlje. Ipak, važno je napomenuti da se ovo sve odnosi na osobe, pretežno žene, koji već pokazuju sklonost ovakvim medicinskim stanjima.



AI generirana ilustracija

Pazi se propuha!

MIT

Iako je gotovo hereza to napisati, istina je da je većina strahova od propuha neutemeljena. Jedini slučaj u kojem bi propuh mogao biti ozbiljniji problem jest kod osoba koje pate od trigeminalne neuralgije, rijetkog i vrlo bolnog stanja koje zahvaća peti kranijalni živac. Kod većine zdravih ljudi, propuh može izazvati samo prolazni grč mišića što samo izaziva dodatnu bol koja je već postojala, primjerice nakon dugog sjedenja za knjigom ili računalom. Vjetar, čak i kad je vani toplo, može dovesti do privremenog pothlađivanja grča mišića gotovo cijelog tijela što naknadno uzrokuje osjećaj ukočenosti i bolova. Topli vjetrovi mogu pak kod osoba s psihijatrijskim dijagnozama pojačati simptome poput razdražljivosti, agresivnosti i impulzivnosti. Kod svih ostalih, propuh često služi samo kao prikladno opravdanje za bolove uzrokovane lošim navikama ili pak kao razlog za kratku obiteljsku raspravu o zatvaranju prozora.

Boli me glava zbog promjene vremena!

ISTINA

Koliko ste puta čuli da se neke glavobolje pojača kad „izgleda da će kiša“? Iako zvuči poput mita, znanstvena istraživanja pokazuju veliku vjerojatnost da promjene atmosferskog tlaka doista mogu izazvati glavobolje. Naši sinusi ispunjeni su zrakom pa promjena tlaka zraka izvana mijenja pritisak i unutar njih, što može dovesti do neugode ili boli, fenomen poznat kao barometrijska glavobolja. Veliko japansko istraživanje koje je obuhvatilo više od četrdeset tisuća ispitanika pokazalo je da niska vrijednost barometrijskog tlaka, nagle promjene tlaka, visoka vlažnost zraka i kiša povećavaju učestalost glavobolja. I druge studije potvrđuju da čak i male promjene tlaka mogu izazvati migrenske napade kod osoba sklonih glavoboljama. Zanimljivo je da novije istraživanje provedeno 2024. godine pokazuje kako žene češće od muškaraca pate od glavobolja povezanih s niskim tlakom zraka. Unatoč tome, nekoliko recentnih pregleda literature iz 2019. i 2020. godine ističe kako su rezultati ponekad neujednačeni i da je potrebno još kvalitetnih istraživanja, pak, sve dok ne bude potvrđeno su-

protno, loši rezultati na ispitu svakako se mogu opravdati naglom naoblakom.

Obuci jaknu da se ne prehladiš!

MIT

Koliko god nas roditelji uvjeravali da ćemo se prehladiti ako izađemo bez jakne, hladnoća sama po sebi ne uzrokuje infekcije. Riječ je o klasičnom primjeru epidemiološkog *confounding* faktora, gdje su dva pojma povezana, ali ne uzročno-posljedično. Zimi se više vremena provodi u zatvorenim prostorima, škole i fakulteti su u punom pogonu, a ljudi su u bliskom kontaktu, što olakšava prijenos virusa. Osim toga, hladan zrak omogućuje dulje preživljavanje virusa na raznim površinama pa se mnogi respiratorni virusi sezonski pojavljuju upravo u hladnijim mjesecima. Na hladnoći je također suhi zrak, a time i naše sluznice, koje inače predstavljaju prvu liniju obrane jer sadrže sluz bogatu imunološkim stanicama. Suhi zrak oštećuje i kožnu barijeru, što dodatno olakšava ulazak mikroorganizama. Konačno, tijelo u hladnoći troši više energije kako bi održalo toplinu, pa se imunitet može blago smanjiti. Dakle, nije hladnoća ta koja nas zarazi, već okolnosti koje dolaze uz nju.



AI generirana ilustracija

Bakina juha liječi sve bolesti!

ISTINA (naravno)

Malo tko će odbiti tanjur tople pileće ili povrtne juhe kad je bolestan, a čini se da to nije samo stvar utjehe i tradicije. Znanstveno gledano, juha doista ima nekoliko korisnih učinaka. Toplina i pare pomažu u otvaranju dišnih puteva i razrjeđivanju sekreta, što olakšava disanje. Tekućina sprječava dehidraciju, a sastojci poput mrkve, luka, papra i celera posjeduju antioksidanse koji mogu pomoći u borbi protiv upale. Juha također sadrži elektrolite, što je važno kod osoba koje imaju povišenu temperaturu ili proljev. Osim toga, topli obrok osigurava kalorije tijelu koje se bori s infekcijom i ubrzanim metabolizmom. Naravno, ključni sastojak koji nijedna laboratorijska analiza ne može izmjeriti jest ljubav i pažnja s kojom je juha pripremljena. Možda zato i djeluje toliko dobro.

Ovo su bile samo neke od čestih narodnih poslovice, a čitatelju poručujem da istraži i kritički razmisli o svim ostalim koje nisam navela u ovom tekstu. Iz iskustva starijih ljudi uvijek se može puno naučiti, čak i ako oni nisu bili akademski obrazovani. Dakle, ne sjedajte na hladan kamen, ne bojte se propuha osim kad donosi promjenu vremena, nosite jaknu kad je hladno, a kad vas uhvati prehlada, uvijek se sjetite bakine juhe. Ne samo da će vas ugrijati, nego će vam i dokazati da se znanost i tradicija ponekad savršeno slažu!



AI generirana ilustracija

Izvori:

1. The Urology Group. Urology shivers: why cooler temperatures lead to certain urinary conditions [Internet]. Baltimore: The Urology Group; c2023
2. Anderson CA, Bushman BJ. The weather, aggression, and aggressive behavior in psychiatric hospitals. Psychol Sci. 2002;13(6):537–541.
3. Istina ili mit: Hoćemo li se zbog propuha razboljeti? [Internet]. Zagreb: Popularna medicina / zdravstveni portal; c2020
4. Cleveland Clinic. Barometric pressure headaches: what you should know [Internet]. Cleveland: Cleveland Clinic; c2022
5. Mayo Clinic Staff. Mayo Clinic Minute: can cold weather cause a cold? [Internet]. Rochester (MN): Mayo Clinic News Network; c2021
6. MedlinePlus. Chicken soup and sickness [Internet]. Bethesda (MD): National Library of Medicine (US); c2023
7. Shin JH, Kim YS, Park SH, et al. Symptomatic lower urinary tract infection induced by cooling of the feet: a controlled experimental trial. Int J Urol. 2013;20(2):208–213.

PUT OKO SVIJETA S MIKROORGANIZMIMA

Autorica: Petra Jurković

Putovanja su danas globalnija nego ikad, ali pri svakoj avanturi preko granice ne treba zaboraviti i „mali žuti karton“: Međunarodni certifikat o cijepljenju (ICVP). Iako većina turista razmišlja o cjepivima protiv gripe, hepatitisa ili tetanusa, stvarno zakonski obavezna cjepiva kod putovanja su relativno rijetka i uglavnom se odnose na žutu groznicu i u posebnim slučajevima polio. No, putna medicina ne završava na obaveznim cjepivima, mnoge destinacije imaju preporučene preventivne mjere, od kojih neke mogu biti jednako važne kao i cijepljenje. Kako biste saznali trebate li se cijepiti pri odlasku na Vašu odabranu destinaciju, proći ćemo cjepiva obavezna za najpoznatije destinacije širom svijeta!

Afrika

Afrika je kontinent na kojem su zahtjevi za cjepivima posebno važni i to prije svega zbog žute groznice. Najposjećenije zemlje ovoga kontinenta su: Južna Afrika, Maroko, Kenija, Tanzanija i Egipat. Jedno od obaveznih cjepiva je cjepivo protiv žute groznice. Mnoge afričke države zahtijevaju dokaz o cijepljenju protiv žute groznice za ulaz ili tranzit. Polio: Iako nije univerzalno obavezna za sve putnike, putnici iz zemlje s prijenosom poliovirusa moraju imati potvrdu. WHO-ov IHR-popis navodi da putnici iz država s prenošenjem divljeg ili deriviranog poliovirusa moraju imati jednu dozu bOPV ili IPV 4 tjedna do 12 mjeseci prije putovanja. Također, preporučuje se i malarijska kemoprofilaksa.

Sjeverna i Južna Amerika

U Americi je obaveznost cjepiva manje raširena nego u Africi, ali i dalje postoje važni primjeri. Najposjećenije zemlje: Sjedinjene Američke Države, Kanada, Meksiko, Brazil i Peru. Neke južnoameričke zemlje i dijelovi tropskih regija zahtijevaju dokaz o cijepljenju protiv žute groznice ako dolazite iz zemalja s rizikom. Prema WHO-ovom popisu, zahtjevi se odnose na zemlje koje su prijavile rizik prijenosa. Polio: manje je obavezno za prosječnog turista, ali ovisno o zemljama polio-izvora pravila mogu zahtijevati certifikat. Cjepivo protiv hepatitisa A preporučuje se prije putovanja u Meksiko i posebno Južnu Ameriku, ali nije obavezno.

Europa

U Europi su zakonski obavezna putnička cjepiva vrlo rijetka. Najposjećenije zemlje: Francuska, Italija, Španjolska, Ujedinjeno Kraljevstvo, Njemačka. Gotovo nijedna europska država ne zahtijeva žutu groznicu kao uvjet ulaska jer većina europskih zemalja nije u zoni prijenosa. Polio: u kontekstu IHR-a, neke zemlje mogu zahtijevati potvrdu polio-cijepljenja kod putnika iz polio-izvornih država. Europa preporučuje cjepivo protiv hepatitisa A i ažurirani tetanus, ali ako niste raspoloženi za dodatno bockanje, to možete preskočiti.



AI generirana ilustracija

Azija

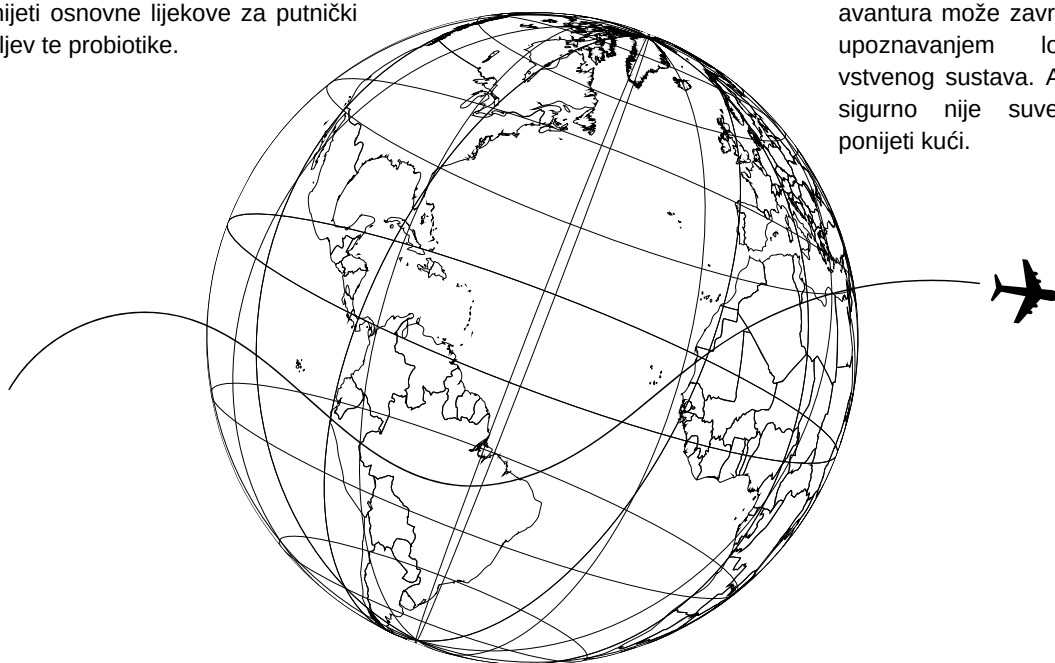
Azija je vrlo heterogena regija, no u pogledu zakonski obaveznog cijepljenja pri ulasku, zahtjevi su relativno ograničeni. Najposjećenije zemlje: Kina, Indija, Tajska, Japan, UAE. Većina azijskih zemalja nema obavezni certifikat za žutu groznicu jer nije endemska regija. Ipak, putnici koji dođu iz zemalja s rizikom žute groznice mogu ponekad biti obavezni pokazati ICVP. Polio: IHR pravila mogu se primijeniti ako putnik putuje iz polio-izvorne zemlje. Preporuča se malarijska kemo-profilaksa kao i cjepivo protiv tifusa, ako planirate jesti hranu izvan svog smještaja. Uz to, preporučuje se ponijeti osnovne lijekove za putnički proljev te probiotike.

Oceanija

Oceanija (Australija, Novi Zeland, Pacific otoci) uglavnom nema pravila o obaveznom cjepivu pri ulasku. Najposjećenije zemlje: Australija, Novi Zeland, Fiji. Žuta groznica: vrlo rijetko zahtijevana. Polio: nije uobičajeno da se putnicima zahtijeva ICVP za polio pri ulasku u te zemlje, osim u iznimnim situacijama koje se odnose na polio-izvorne države. Ako putujete u neke od ovih država, obavezno ostavite mjesta u koferu i za zaštitu protiv komaraca.

Putnička mudrost za kraj

Iako većina turističkih putovanja ne zahtijeva „posebna“ cjepiva kao zakonsku obavezu, žuta groznica i polio su iznimke koje imaju važnu regulacijsku težinu. No, pravi izazov putne medicine nije u obveznim cjepivima, nego u preporučenim profilaksama, malariji, hepatitisu A, tifusu, japanskom encefalitisu i bjesnoći, koje često čine razliku između sigurnog i rizičnog putovanja. Pravila se razlikuju po kontinentima, a promjene u globalnim epidemiološkim kretanjima znače da je za svakog putnika prije polaska pametno provjeriti najnovije informacije. U suprotnom, egzotična avantura može završiti neplaniranim upoznavanjem lokalnog zdravstvenog sustava. A vjerujem da to sigurno nije suvenir koji želite ponijeti kući.



1. Pavli A, Maltezu HC. Travel vaccines throughout history. *Travel Med Infect Dis.* 2022;46:102273.
2. Libman M, Wilder-Smith A. Yellow fever vaccination for travellers: a review. *J Travel Med.* 2019;26(7):taz063.

3. Simons H, et al. Yellow fever and poliomyelitis: international health regulations and vaccination requirements. *J Travel Med.* 2016;23(6):taw060.
4. Waters TW, et al. Updated yellow fever entry requirements and recommendations from WHO. *J Travel Med.* 2020;27(7):taaa152.

5. Murray HW, et al. Vaccines for international travelers: current status and future prospects. *Am J Med.* 2025
6. Lang S. Keeping travellers up to date with global vaccination. *Independent Nurse.* 2017;12(3):17-20.

TABLETA NA DAN, BOLEST IZ KUĆE VAN

Autorica: Petra Zemljak

Prehlada, vječni suputnik čovječanstva i bolest koju ne možemo izbjeći čak ni na godinu dana. Iako je povezujemo sa zimom, hladnim/suhim zrakom i zatvorenim prostorom, prosječan čovjek bude prehladen čak dva do tri puta godišnje, a djeca i češće. Prehlada je, po definiciji, upala gornjih dišnih puteva izazvana virusima od kojih je najčešći rinovirus. Budući da zahvaća nos, grlo, sinuse i dušnik, svima poznati simptomi su kihanje, kašalj, kongestija nosa, rinoreja, „hrapava“ bol u grlu te povišena tjelesna temperatura, glavobolja i malak-salost. Iako je bolest česta, za nju ne postoji specifičan lijek, nemamo protuprehladni pandan antibioticima, već se pribjegava jačanju našeg imunološkog sustava. Nekada je tu prednjačila narodna medicina, a danas su popularni suplementi. No, mogu li suplementi doista spriječiti prehladu?

Znanost ili marketing?

Čak i ako nismo među onima koji uzimaju suplemente svaki dan, ipak im pribjegavamo već na prvi zvuk kihanja ili kašljanja oko nas, a opet se razbolimo i mi i svi ljudi s kojima smo bili u kontaktu – imamo li onda od njih nekakve koristi? S druge strane, medicina ih i dalje preporučuje, postoje brojna istraživanja i znanost ih i dalje podržava. U čemu je onda stvar? Iako nemamo konkretne dokaze za svaki suplement na tržištu, s razlogom možemo reći da su vitamin C, vitamin D, cink i ehinacea korisni u održavanju naše obrane od prehlade. Oni su svi zaduženi za očuvanje integriteta fizioloških barijera te normalno funkcioniranje ili poboljšanje urođene i stečene imunosti. No, njihova uloga nije prevencija, oni neće spriječiti prehladu, oni samo jačaju naš imunološki sustav kako bismo se što prije riješili virusa koji je ušao u naš organizam. U prijevodu, ova su četiri suplementa korisna, ali treba znati zašto ih pijemo.

Vitamin C

Vitamin C ili askorbinska kiselina najpoznatiji je „liječnik“ protiv prehlade. Prvo za čim posežemo kad zahladi su limun, mandarina ili naranča, a neki i za kiselim kupusom. Potreban dnevni unos za opće zdravlje organizma, ne samo imunološko, već i strukturno i metaboličko, je 85 miligrama, a već jedan limun sadrži trećinu tog iznosa. Vidimo da je moguće već prehranom dosegnuti potreban dnevni unos, no dodatno uzimanje suplemenata nije štetno jer se višak vitamina C jednostavno izlučuje urinom. Glavna je uloga vitamina C u sintezi kolagena, što dovodi do očuvanja fizioloških barijera u organizmu, te njegov antioksidativan karakter. Ipak, u studijama koje dokazuju korist antioksidansa u reduciranju sinteze neutrofilnog superoksida korištene su dnevne doze od 1 grama. S druge strane, 100 miligrama bilo je dovoljno za bolji odgovor limfocita, osobito T4 stanica.



Autorica fotografije: Vanessa Lukas

The Cochrane review uključio je 29 studija, odnosno oko 11 000 sudionika, te je dokazao da vitamin C NE prevenira pojavu prehlade, odnosno incidencija prehlade neovisna je o suplementaciji. Bitno je naglasiti da su sudionici u ovim studijama uzimali daleko veće doze od dnevno potrebnih, oko 1000 mg. Iako ne prevenira prehladu, vitamin C skraćuje njezino trajanje za otprilike 10% (14% u djece) te ublažava njezino simptome. Ponajviše djeluje na teže simptome prehlade, odnosno smanjuje broj dana u kojima osoba ne može ustati iz kreveta ili se osjeća potpuno izmoreno. Rinoreja, kašalj, kihanje i slično, nažalost, ne mare za vitamin C. Ukratko, uz vitamin C osoba se zarazi virusom, ali prehlada traje nešto kraće i može se „prehodati“.

Maratonci trče počasni krug

Posebni rezultati o povoljnom učinku vitamina C nađeni su među ispitanicima koji su primali 1 gram na dan netom prije izlaganja kratkotrajnom stresu – skijaši, vojnici u sjevernoj Kanadi i maratonci; u njih je primijećena upola manja incidencija prehlada u usporedbi s placebo skupinom. Pretpostavlja se da je to rezultat potrošnog manjka vitamina C u ovih ispitanika. Iako mehanizam djelovanja nije utvrđen, dokazano je samo da uzrok sniženog imuniteta u ovih pojedinaca nije oksidativni stres. Smanjenje incidencije također je primijećeno kod osoba koje su prije suplementacije imale deficit vitamina C uslijed nedovoljnog unosa prehranom.

Vitamin D

Kada govorimo o vitaminu D, istraživanja su dugo vremena davala suprotne zaključke; pitanje prevencije prehlade ostalo je upitno. Prema novijim saznanjima, vitamin D ima slične učinke kao i vitamin C; smanjenje incidencije prehlade prisutno je samo kod pojedinaca koji imaju deficijenciju vitamina D, ali u ovom slučaju deficijencija je učestala, prema procjenama zahvaća čak 40% Europljana. Unatoč tome što je ovo vitamin s mnogo nižom potrebnom dnevnom dozom i činjenici da ga naše tijelo može pohraniti i sintetizirati, manjak ovog vitamina ipak je učestao, bilo zbog slabijeg izlaganja suncu (osobito zimi), bilo zbog nedovoljnog unosa prehranom. Simptomi se vrlo često ne zamjećuju jer se najčešće prezentiraju kao umor, malaksalost ili bolovi u muskuloskeletnom sustavu. Smatra se da je uzimanje suplemenata vitamina D opravdano jer se time čuva opće zdravlje organizma. U provedenim istraživanjima ispitanici su primali mnogo više doze vitamina D od potrebnih te je zamijećeno pojačano stvaranje Treg stanica uz redukciju odgovora limfocita B i CD4+ T te NK citotoksičnosti. Ovo bi mogao biti razlog smanjene pojavnosti vrućice te kašlja među nekim ispitanicima. Drugi simptomi prehlade pojavljivali su se jednako često.

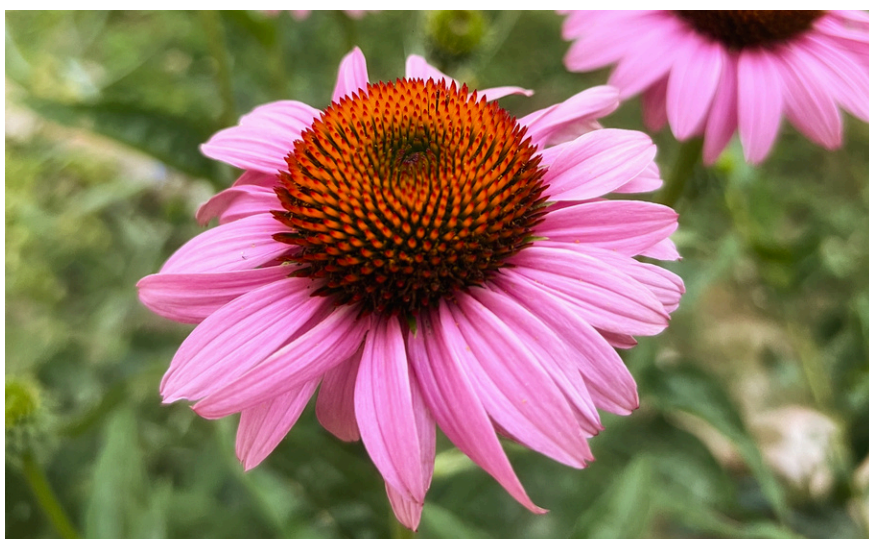
Cink – heavy metal za dobro zdravlje

Cink djeluje dvojako, u isto vrijeme pojačava odgovor urođene i stečene imunosti te smanjuje oksidativni stres; ovo dovodi do boljeg odgovora na infekciju, a opet osigurava zaštitu organizma od moguće toksičnosti imunološkog odgovora. Provedene su mnoge studije sa suplementacijom cinka te je utvrđeno da cink dovodi do smanjenja incidencije prehlade, ali i ostalih infekcija respiratornog sustava kod djece i starijih. Osim toga, dovodi do bržeg oporavka u djece s teškom pneumonijom. Neovisno o dobi, dovodi do skraćivanja bolesti za čak 33% te se učinci primjećuju čak i ako se uzme nakon pojave simptoma, tj. unutar 24 sata. Cink ne smanjuje učestalost ili težinu simptoma, osim u slučaju muške djece koja su imala teže oblike respiratornih infekcija; ovdje je bitno skraćeno trajanje vrućice i opće teške malaksalosti. Nedostatak je ovih studija neodređenost doze; neke studije koristile su približno dnevne doze, a druge mnogo puta veće – iz ovih razloga ostaje nedorečeno koju dozu preporučiti pacijentu.



„Mala“ tratinčica u preriji

Echinacea je posljednji suplement kojem je dokazano djelovanje poboljšanje imunološkog odgovora. Potiče sazrijevanje dendritičkih stanica, inhibira stvaranje citokinske oluje uslijed upalne hiperaktivacije, smanjuje ekspresiju adhezijskih molekula potrebnih za superinfekciju bakterijama te pojačava aktivaciju T-limfocita. *Echinacea* skraćuje trajanje prehlade kao i broj dana općeg lošeg stanja/najtežih simptoma. Zajedno sa cinkom, selenom i vitaminom C može ublažiti simptome egzacerbacije KOPB-a, što je samo jedan od dokaza njezinog povoljnog djelovanja na infekcije respiratornog sustava općenito, a ne samo na prehlade. U kombinaciji sa sibirskim ginsengom i malabarskim orahom imala je antitusičko djelovanje. Profilaksa od 2400 mg/dan tijekom četiri mjeseca pokazala se korisnom za prevenciju i/ili liječenje prehlada, iako je najbolje djelovanje *Echinaceae* na rekurentne infekcije respiratornog sustava. S obzirom na to da dokazano djeluje sinergistički s ostalim navedenim suplementima, može je se uzimati kao dio „*imuno-booster*“ terapije.



Echinacea purpurea, autorica fotografije: Vanessa Lukas

Zaključak

Prehlada je virusna bolest i za nju ne postoji lijek koji je može „otjerati“ iz našeg organizma, naš imunološki sustav jednostavno se mora s njom izboriti. Ipak, korištenje suplemenata i održavanje općeg zdravlja, iako neće prevenirati zarazu, skratit će vrijeme trajanja bolesti te ublažiti njezine simptome.

Izvori:

1. Cleveland Clinic. Common cold [Internet]. 2023. Dostupno na: my.clevelandclinic.org/health/diseases/12342-common-cold
2. NIH Office of Dietary Supplements. Vitamin C [Internet]. 2021. Dostupno na: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/VitaminC-Consumer/>
3. Hemilä H, Chalker E. Vitamin C for preventing and treating the common cold. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. 2013;1. Dostupno na: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD000980.pub4/full>
4. Institute for Quality and Efficiency in Health Care (IQWiG). Common colds: does vitamin C keep you healthy? [Internet]. 2017. Dostupno na: www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK279544/
5. Hemilä H, Chalker E. Vitamin C reduces the severity of common colds: a meta-analysis. *BMC Public Health* [Internet]. 2023;23:1–13. Dostupno na: eds.p.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=7&sid=406bd8dc-5488-48d1-bc76-cb362670861f%40redis
6. Hemilä H. Vitamin C and common cold incidence under heavy physical stress. *Int J Sports Med* [Internet]. 1996;17:379–83. Dostupno na: pdfs.semanticscholar.org/eb56/4b854343ab54c348525a9d8a26b4b8c4da73.pdf
7. Amrein K, Scherkl M, Hoffmann M, et al. Vitamin D deficiency 2.0: an update. *Eur J Clin Nutr*. 2020;74:1–16.
8. Carboo J, Dolman-Macleod RC, Malan L, Lombard MJ. High-dose vitamin D supplementation for infection prevention in children: systematic review and meta-analysis. 2023.
9. Rondanelli M, Miccono A, Lamburghini S, et al. Self-care for common colds: role of vitamin D, vitamin C, zinc and echinacea. *Evid Based Complement Alternat Med* [Internet]. 2018;2018:1–36. Dostupno na: www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5949172/ih.gov/books/NBK279544/



STUDENTSKE AKTIVNOSTI

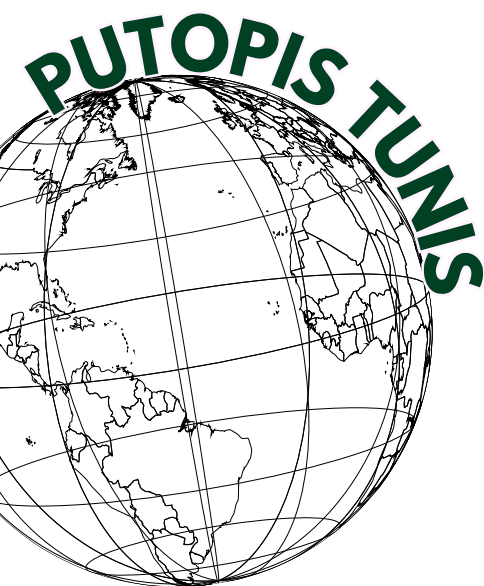
MJESEC U ZEMLJI KONTRASTA

PUTOPIS O IFMSA RAZMJENI U TUNISU, KOLOVOZ 2025.

Autorica: Marissa Bura

Dok s visine promatramo maglicu koja se razlijeva nad obzorom Cap Serrata, a sunce nas pozdravlja prvim jutarnjim sjajem, u pozadini valovi bijesno udaraju o stijene, isti oni koji su nas prije svega desetak minuta ljuljali po moru i vukli u dubine. Sada, barem na trenutak, čini se kao da su se i oni umorili. Polako se razlijevaju po pijesku, ostavljajući iza sebe trag pjene i tišine. Pogledam u daljinu, u pješćanu plažu koja kao da se proteže u beskraj, i baš se u tom trenutku sjetim, dok mi sol još pecka kožu, kako smo sinoć tom istom suncu rekli: „Bit će nezaboravna noć, vidimo se ujutro!” Trgnem se. To nije bio san, ni jedna od onih neostvarenih želja što mi s vremena na vrijeme obuzmu maštu. To je bila moja stvarnost. Mjesec dana života u Tunisu. Sve zato što sam se jednom, unatoč strahu od nepoznatog, usudila reći DA. DA novom kontinentu, DA novoj, nepoznatoj i potpuno drugačijoj kulturi, ali možda najvažnije, DA sebi i novoj avanturi.

Tunis je zemlja kontrasta. Mediteran i Sahara, francuski i arapski, Europa i Afrika, tržnice koje vrve ljudima i kilometri tišine gdje su jedino društvo vjetar i pijesak. Tek po dolasku počela sam shvaćati što to zapravo znači. Moj je zrakoplov sletio u glavni grad Tunisa - Tunis. Zrak je bio vruć i suh, a mirisi nepoznatog i osjećaj uzbuđenja odmah su me preplavili. Nakon formalnosti na aerodromu krenula sam prema Monastiru, gradu koji je postao moja baza za mjesec dana otkrivanja ove impresivne zemlje. Već pri prvom susretu Tunis me pozdravio svojom najupečatljivijom osobinom - kaosom. Kaosom ljudi, zvukova, prometa i života. Neiskusnom promatraču možda sve izgleda neorganizirano, ali kad se bolje zagledaš i upoznaš kulturu, svaki se detalj čudesno uklapa u vlastitu logiku i čini da taj kaos zapravo funkcionira. Prvih nekoliko dana prošli su u upoznavanju grada i njegova ritma života. Jutra su bila rezervirana za praksu u bolnici, dok su poslijepodneva i večeri bile posvećene druženju i brojnim aktivnostima koje su nam pripremili naši kolege iz AssociaMed LC Monastir. Od upoznavanja grada, kulture, kušanja tradicionalne hrane, ronjenja, nezaboravnih zabava, karaoka, kupanja na plažama, nautičkih avantura, medicinskih edukacija pa sve do zajedničkih druženja dugo u noć na krovu naše zgrade. U noći bi kaotični Tunis malo utihnuo, ali bi negdje u daljini još odjekivala glazba i pjesma sa svadbi.



studentske aktivnosti

Ponekad bi se iz tame pojavio vatromet, kratko osvijetlio nebo i nestao, a mi bismo ga promatrali u tišini, kao svjedoci nečijeg slavlja. Monastir je brzo postao moj novi dom, a kolege iz Bugarske, Rumunjske, Slovenije, Egipta, Palestine, Portugala, Rusije, Poljske, Mađarske i Tunisa moja mala obitelj.

Vikendi su bili rezervirani za putovanja i nova iskustva. Prvi je vikend bio posvećen zabavi i upoznavanju kolega iz drugih gradova. Na plaži u Hawariji sudjelovali smo u raznim igrama, od trčanja po pijesku do timskih izazova u vodi. Atmosfera je bila prepuna smijeha i prijateljskog rivalstva, a pjena party i bijeli party ispunili su ostatak dana i večeri plesom i pjevanjem. Drugi vikend donio je potpunu suprotnost - Saharu. To je bilo moje prvo iskustvo u pustinji i svaki trenutak bio je čudesan. Vrućina pijeska peckala je stopala, a žestina sunca žarila kožu našeg lica. Jahanje deve, vožnja quada, hlad vode u oazi, trčanje po dinama obasjanima zlatnim suncem i noć pod zvjezdanim nebom, sve je to u meni ostavilo trag koji se riječima teško opisuje. Sahara ne traži da je razumiješ, samo da je osjetiš. Doživjeli smo i pješčanu oluju, iznenadnu i moćnu. Nismo se ni okrenuli, a već nam je silina Sahare disala za vratom. Naši vozači, koji poznaju Saharu kao vlastiti džep, smireno su nas izveli iz oluje. Činilo se kao da u duši imaju svoj unutarnji kompas, savršeno usklađen s pješčanim dinama koje zovu domom. Treći vikend odveo nas je na sjever, u Cap Serrat, mjesto gdje signal ne postoji, a svaka minuta postaje nezaboravna uspomena. Spavali smo u bungalovima, raspoređeni po nacionalnostima kako bismo se bolje upoznali i pripremili za nacionalnu večer.



studentske aktivnosti

Tijekom te večeri uz smijeh smo kušali tradicionalnu hranu i pića koje je svatko od nas donio iz svoje zemlje, dok smo istovremeno jedni od drugih učili plesove naših kultura. Noć se potom pretvorila u dugu zabavu pod zvijezdama, ispunjenu smijehom, plesom i pjesmom. Kad je glazba utihnula, a svjetlost se krenula vraćati nad Cap Serrat, otišli smo se kupati u more, još omamljeni doživljajima noći, ali osvježeni hladnoćom valova koji su nas nosili i preplavljivali svojom snagom. I dok je maglica tiho obavijala obzor Cap Serrata, shvatila sam da se svaki kraj rađa kao novi početak. Sve ono čemu sam jednom rekla DA sada živi u meni i oko mene, u pijesku, valovima, zraku, srcu i mislima. Tiho me uči da hrabrost otvara vrata nepoznatog i pretvara svaki završetak u priliku za novi početak.

Mjesec dana prošlo je brže nego što sam mogla zamisliti. Tunis me naučio strpljenju u kaosu, ljepoti u kontrastu, spontanosti u trenutku i radosti u malim stvarima. U njegovu neredu pronašla sam neki svoj red, a u nepoznatom toplinu doma. Hvala ti, Tunis!



KAKO NAMJERNO NAPISATI DOBAR PRIKAZ SLUČAJA?

Autor: Adrian Borna Bašić

Prikaz slučaja većini je studenata prvi ulazak u znanstveni dio medicine. Iako se, prema razini dokaza, on nalazi tek na 4. razini, dakle jednu iznad stručnog mišljenja, on predstavlja ključan dio te piramide te je temelj na kojem stoje brojni medicinski kongresi. U prvom ću se dijelu ovog članka osvrnuti na karakteristike kvalitetnog prikaza slučaja, a u drugom dijelu na najčešće tehničke greške. Kao izvor podataka za najčešće tehničke greške koristio sam randomizirani pregled 36 radova s prošlogodišnjeg OSCON-a i zbrajanje grešaka koje su tamo uočene. Prikaz slučaja ne treba podcijeniti jer, iako je kratka forma, paradoksalno upravo zbog tog ograničenja iziskuje veći omjer uložnog truda na broj riječi te se i najboljima dogode greške. Mark Twain, u Google Translate prijevodu s engleskog, najbolje je sročio taj paradoks: „Ispričavam se zbog tako dugog pisma - nisam imao vremena napisati kratko.“ (Slika 1.)

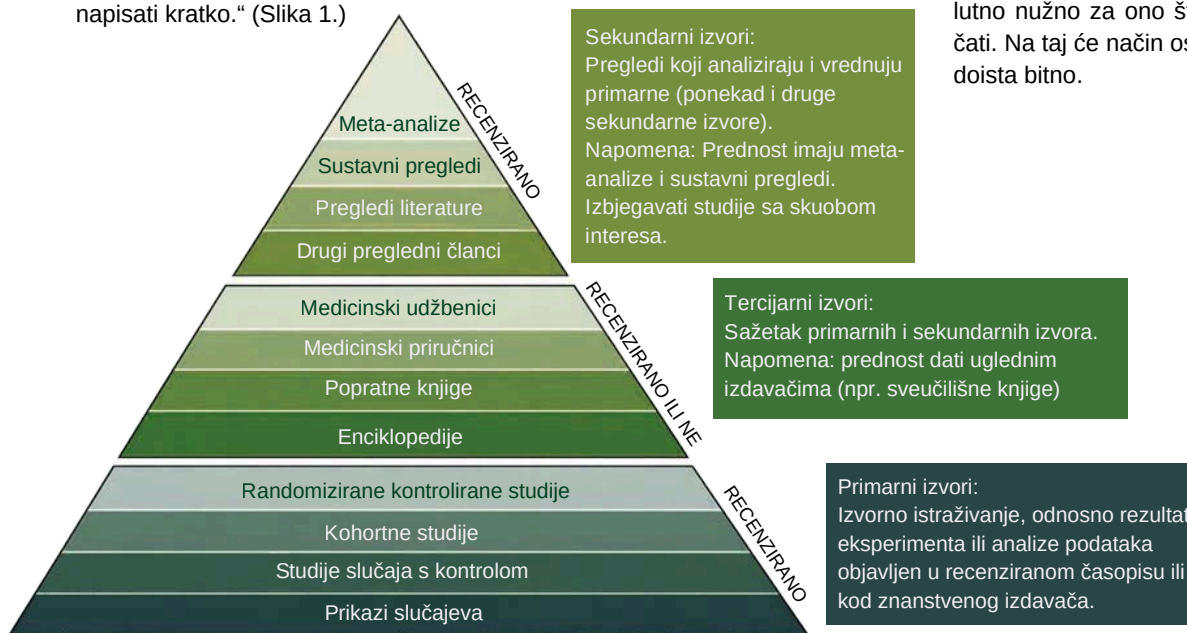
Zašto?

Prvo, naravno, treba odabrati nekog pacijenta i njegovu priču. Mislim da je dobro pitanje za postaviti sebi: „Zašto ovo želim prikazati?“ To mi se pitanje doima korisnim jer će nas usmjeriti na to da prikaz radimo s nekakvom svrhom, što onda čini rad relevantnijim. Naravno, odgovor na ovo pitanje jest i skupljanje bodova, što je isto legitiman dio cijele priče. Tako se primjerice možemo zapitati donosi li naš rad nešto novo, kao što je neki novi dijagnostički postupak ili neki novi oblik terapije o kojem vrijedi proširiti riječ. Jako dobro pitanje, kojeg sam čuo od starijih kolega, za postaviti sebi je: „Je li ovo nešto što ćemo lako promašiti i ozbiljno naškoditi nekom pacijentu?“. Pacijenta koji je imao atipičnu kliničku sliku nekog poznatijeg stanja također vrijedi prikazati, makar sama bolest nije rijetka.

Naravno, pacijente s rijetkim i nesvakodnevnim bolestima ima smisla prikazati jer tako i druge i sebe podsjećamo na te dijagnoze. Činjenica u medicini, uvijek vrijedna strahopostovanja, jest da se u svakom slučaju, bilo nešto svakodnevno ili jednom u pet godina, radi o nečijem zdravlju i životu.

Kako?

Iako varira od kongresa do kongresa, recimo da za naš prikaz slučaja imamo ograničenje do 250 riječi. U tih 250 riječi moramo na jasan i transparentan način ispričati što se događalo s pacijentom. Ono što drži cijeli prikaz slučaja na okupu i daje mu tu neku nit vodilju je, naravno, kronologija. Prvo treba uspostaviti kronologiju svega što se događalo s pacijentom i to detaljnije nego što će stati u tih konačnih 250 riječi, a onda ćemo kasnije gledati što možemo izbaciti, a što je apsolutno nužno za ono što želimo ispričati. Na taj će način ostati samo ono, doista bitno.

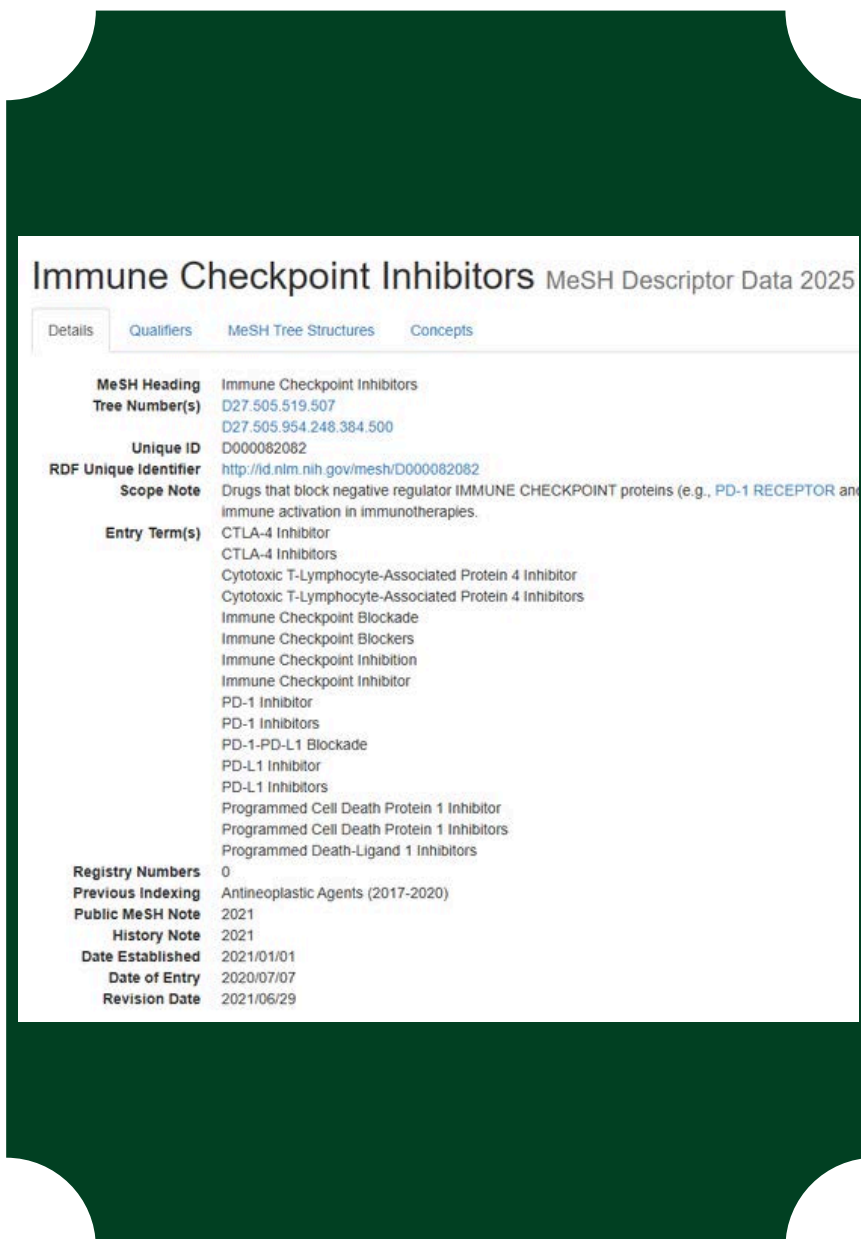


Slika 1.

Problem koji se može javiti nakon svih tih sati provedenih u Bolničkom informacijskom sustavu ili čak sa samim pacijentom uživo, je smanjena sposobnost objektivne procjene vlastitog rada, osim ako imamo puno iskustva. Nama to što smo napisali može biti savršeno jasno, a netko drugi, tko se prvi put susreće s našim prikazom slučaja, se u njemu potpuno izgubi. Od starijih sam kolega čuo izvrsno pitanje za postaviti sebi: „Ako mi netko preda ovog pacijenta na hitnom prijemu, imam li dovoljno informacija da mogu znati što ću s njim raditi?“. Također, uvijek možete nekog iskusnijeg zamoliti za konstruktivnu kritiku.

MeSH-aj mala

Daleko je najčešća tehnička greška pisanje ključnih riječi. Od 36 radova u čak 19 (53%), dakle više od pola, ključne su riječi krivo napisane. One igraju ključnu ulogu u kasnijem pretraživanju i dohvaćanju radova, moraju biti strogo standardizirane i svima je u interesu da budu točno napisane kako vaš rad ne bi propao u potpuni zaborav. Osim što moraju biti abecedno poredane, nužno je da su odabrane iz pojmovnika MeSH tezaurusa (eng. Medical Subject Headings). Naime, jedini je ispravni oblik ključne riječi onaj naveden pod „MeSH Heading“, dok se „Entry Terms“ ne računaju kao ispravne ključne riječi. Nadalje, MeSH Heading ne smije se preoblikovati, na primjer, izbaciti zarez i promijeniti poredak riječi. Dakle, najbolje ga je samo prekopirati. To znači da često nećete moći pronaći ključnu riječ koja potpuno odgovara vašem radu, iako ona postoji kao „Entry Term“. Primjerice, za inhibitore liganda programirane stanične smrti 1 (eng. Programmed Death-Ligand 1 Inhibitors) ne postoji ključna riječ kao takva, već ona postoji kao općeniti pojam za tu skupinu lijekova (eng. Immune Checkpoint Inhibitors) (Slika 2.).



Immune Checkpoint Inhibitors MeSH Descriptor Data 2025			
Details	Qualifiers	MeSH Tree Structures	Concepts
MeSH Heading	Immune Checkpoint Inhibitors		
Tree Number(s)	D27.505.519.507 D27.505.954.248.384.500		
Unique ID	D000082082		
RDF Unique Identifier	http://id.nlm.nih.gov/mesh/D000082082		
Scope Note	Drugs that block negative regulator IMMUNE CHECKPOINT proteins (e.g., PD-1 RECEPTOR and immune activation in immunotherapies.		
Entry Term(s)	CTLA-4 Inhibitor CTLA-4 Inhibitors Cytotoxic T-Lymphocyte-Associated Protein 4 Inhibitor Cytotoxic T-Lymphocyte-Associated Protein 4 Inhibitors Immune Checkpoint Blockade Immune Checkpoint Blockers Immune Checkpoint Inhibition Immune Checkpoint Inhibitor PD-1 Inhibitor PD-1 Inhibitors PD-1-PD-L1 Blockade PD-L1 Inhibitor PD-L1 Inhibitors Programmed Cell Death Protein 1 Inhibitor Programmed Cell Death Protein 1 Inhibitors Programmed Death-Ligand 1 Inhibitors		
Registry Numbers	0		
Previous Indexing	Antineoplastic Agents (2017-2020)		
Public MeSH Note	2021		
History Note	2021		
Date Established	2021/01/01		
Date of Entry	2020/07/07		
Revision Date	2021/06/29		

Slika 2.

studentske aktivnosti

Kako skratiti muke sa skraćenicama?

Druga je najčešća tehnička greška pisanje zloglasnih skraćenic, tj. kratica. Kako je prikaz slučaja brojem riječi vrlo ograničena forma, gotovo će svaki sadržavati barem jednu skraćenicu radi jezične učinkovitosti. Međutim, greške su pri pisanju skraćenic česte te je tako 14 (39%) radova imalo barem jednu grešku u njihovom pisanju. Osnovno je pravilo da se pri prvom spominjanju, tj. uvođenju, one moraju raspisati. To vrijedi čak i za vrlo uvriježene skraćenicе za koje možda ne biste očekivali da se moraju raspisati kao što su: CT, MR, HDL, RAAS, STEMI, PE, CRP itd. Problem je što, iako je zdravorazumski da se skraćenicа PE odnosi na plućnu emboliju, ona se primjerice može odnositi i na pleuralni izljev (eng. pleural effusion). Dakle, kratica se mora uvesti. Da bi situacija bila kompliciranija, mjerne se jedinice ne moraju raspisati, kao ni nazivi gena (iako moraju ići u kurzivu).

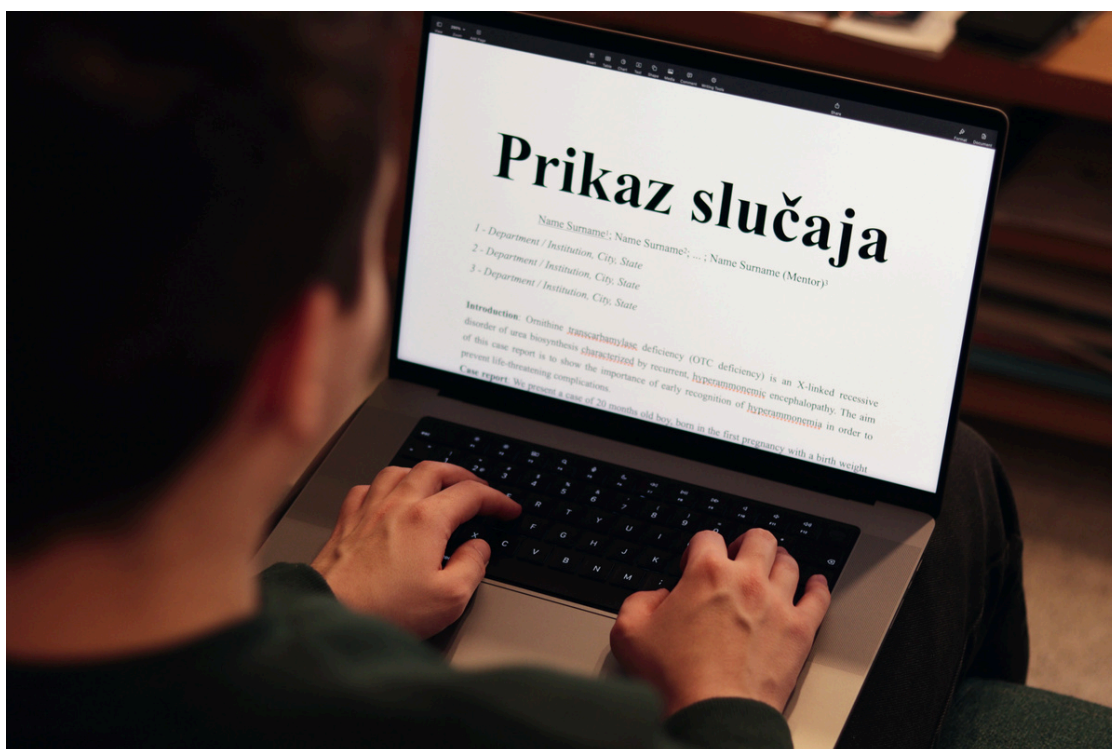
Kroz ovu šumu pravila nitko ne može hodati napamet te je najbolje u slučajevima nesigurnosti potražiti odgovore na internetu. Nadalje, kratica se ne treba uopće uvoditi ako se koristi manje od 3 puta, što je česta greška. Ponekad se neome može omaći i da uvedenu kraticu kasnije opet raspisuje, što naravno nije potrebno. Također, u naslovu bi trebalo izbjegavati uvoditi skraćenicе.

„Practice”

George Carlin, na izvornom engleskom, kaže: „Isn't it a bit unnerving that doctors call what they do 'practice'?” Iako se on tu šali jer mu je to posao, uistinu se sve svodi na učenje kroz nekakvo vježbanje. Naravno, da pri tome nikome ne naškodimo. Dakle, najbolji je način za napisati dobar prikaz slučaja prvo napisati manje dobar prikaz slučaja.

Izvori:

1. Vatkar A, Kale S, Shyam A, Srivastava S. Understanding the Levels of Evidence in Medical Research. J Orthop Case Rep. 2025 May
2. Guidelines To Writing A Clinical Case Report. Heart Views. 2017 Jul-Sep
3. Flury M. On the use and misuse of abbreviations in scientific writing. Vadose Zone J. 2025 Jan



Autorica fotografije: Vanessa Lukas

TJEDAN MOZGA

SENZOS



Dragi čitatelji Anamnesisa,

S ponosom vam najavljujemo 25. Tjedan mozga, koji će se održati 16. - 22. ožujka 2026. Ove godine odlučili smo ga posebno „začiniti“; začinom bez kojeg nijedan životni recept ne uspijeva – ljubavlju. „Can't help falling in love“, zapjevao je bezvremenski Elvis Presley, a mi smo tu rečenicu ove godine odlučili pretvoriti u izazov - otkriti što stoji iza uvijek mističnog koncepta ljubavi i zaljubljenosti; je li ljubav doista „slijepa“, zašto nas privlače baš određene osobe, može li ljubav smanjiti bol i ojačati imunitet te gdje završava privrženost, a počinje opsesija? Na ta i brojna druga pitanja odgovor ćete pronaći kroz različite aktivnosti koje smo pripremili za vas. Budući da je riječ o temi koja živi u našoj svakodnevnici, odlučili smo je ove godine što više prenijeti u zajednicu – kroz pregršt javnih događanja koja oživljuju neuroznanost i nude zanimljive, znanstveno utemeljene sadržaje.

Dok ljubav daje životu intenzitet, vrijeme mu daje granice - stoga je važno razumjeti i kako postići da naš mozak ostane mlad unatoč prolaznosti. Naša druga tema, „Mozak koji ostaje mlad“, inspirirana je neuroprotekcijom i starenjem mozga, s fokusom na promjene koje se događaju u mozgu tijekom života i mehanizme koji omogućuju njegovu prilagodbu. Proučavamo kako faktori poput sna, glazbe, tjelovježbe, prehrane i socijalnih veza mogu ublažiti učinke starenja i očuvati kognitivne funkcije, mudrost i emocionalnu stabilnost.

Osječki Tjedan mozga redovito ima najbogatiji program aktivnosti u cijeloj Hrvatskoj i postao je svojevrsni „brend“, a u posljednjih nekoliko godina aktivnosti sežu i izvan granica Osijeka, u okolne gradove regije i šire; Slavonski Brod, Split, Vukovar, Donji Miholjac, Vinkovce.

Prošle godine održali smo 63 predavanja, 44 radionice u 15 ustanova (dječji vrtići, osnovna škola, srednja škola), pub kviz, javnu tribinu, okrugli stol, kino projekciju, međuzupanijski stručni skup za nastavnike biologije osnovnih i srednjih škola (u suradnji s AZOO, Podružnica Osijek). Kroz ruke volontera i nas godišnje prođe oko 900 djece, koja redovito pokazuju oduševljenje i inspiriranost. Trudimo se doprijeti do svih generacija, od djece preko studenata i građana različite dobi; educirati populaciju o važnim temama te učiniti neuroznanost opipljivom i zapaliti iskrnu zainteresiranosti od najmlađih dana.

S veseljem i mnogo žara ove godine pripremamo mnoga iznenađenja za koja vjerujemo da će unijeti novu energiju i obogatiti iskustvo Tjedna mozga za sve naše posjetitelje. Vidimo se!

Lucija Falamić,
predsjednica sekcije SenzOs



DANI SPECIJALIZACIJA INTERNEDU



Dani specijalizacija po prvi su put održani 11. i 12. studenog 2025. godine u predavaonici P1 Medicinskog fakulteta Osijek, od 14:00 do 19:00 sati. Organizirani su u suradnji Sekcije za internu medicinu InternEdu te Međunarodne udruge studenata medicine CroMSIC, odnosno njezina Odbora za medicinsku edukaciju SCOME.

Program je bio strukturiran u četiri bloka predavanja i okruglih stolova tijekom kojih su liječnici predstavili čak 29 različitih specijalizacija te 3 rada pod nadzorom pružajući studentima sveobuhvatan uvid u različite medicinske puteve. Sudjelovalo je oko 150 studenata, ne uključujući volontere, organizatore i predavače. Interes je bio iznimno velik - gotovo sva su mjesta bila popunjena. Prije same organizacije bila je provedena anketa kako bismo saznali koje specijalizacije studeni najviše zanimaju te smo ovim predavanjima uspjeli obuhvatiti sve najtraženije. Prvog dana program je započeo predavanjem iz dermatologije koje je održala Maja Kožul, dr. med., specijalistica dermatovenerologije, nakon čega je uslijedilo predavanje iz endokrinologije u izvedbi Mateje Petrinović, dr. med. Posebno zanimanje izazvao je okrugli stol posvećen neurologiji, psihijatriji i dječjoj psihijatriji, na kojem su sudjelovale dr. sc. Tihana Gilman Kuric, dr. med., specijalistica neurologije, Andrijana Šantić, dr. med., specijalistica psihijatrije te Laura Lijić, dr. med., specijalizantica dječje i adolescentne psihijatrije.

Program se nastavio predavanjem iz ginekologije i opstetricije koje je održala Martina Leko, dr. med. te predavanjem „Kako odabrati specijalizaciju?“ koje je vodio Davor Klepo, dr. med., ujedno i predavač iz anesteziologije, reanimatologije i intenzivne medicine. Središnji dio dana obilježio je kirurški okrugli stol na kojem su svoja iskustva predstavili Ivan Kovačević, dr. med., specijalizant opće kirurgije, Petar Ivić, dr. med., specijalizant dječje kirurgije i Mario Horvat, dr. med., specijalizant traumatologije. Dan je zaključen predavanjima iz maksilofacijalne kirurgije i abdominalne kirurgije, koja su održali Leon Jeđud, dr. med., i Marija Trconić, dr. med. Drugoga dana sudionici su poslušali predavanje iz otorinolaringologije koje je održao Tin Prpić, dr. med., te predavanje iz kardiologije koje je predstavio Jerko Arambašić, dr. med. Nakon toga održan je iznimno koristan okrugli stol „A što nakon faksa?“, na kojem se govorilo o radu pod nadzorom, a svoje su profesionalne putanje predstavili Lea Paradinović, dr. med., Dora Petričević, dr. med., Laura Jelušić, dr. med., i Josip Kajan, dr. med.

U nastavku su slijedila predavanja iz opće interne i intenzivne medicine, pulmologije i obiteljske medicine, koja su održali Ivan Bjelousov, dr. med., Renata Božinović, dr. med., te dr. sc. Matea Matić Ličanin, dr. med. Završni dio programa drugoga dana obuhvatio je predavanje iz oftalmologije koje je održala Marija Olujić, dr. med., specijalistica oftalmologije te okrugli stol „Interna u fokusu“ posvećen hematologiji, nefrologiji i reumatologiji, na kojem su sudjelovali Danijela Mjeda, dr. med., Josip Hanulak, dr. med. i Antea Marošević, dr. med. Program je priveden kraju predavanjima iz onkologije, pedijatrije i hitne medicine, koje su održali Laura Zahirović, dr. med., Krešimir Šantić, dr. med. i Mirna Habjanović, dr. med.

Simpozij je završio iznimno uspješno, uz velik broj pozitivnih povratnih informacija i visoko zadovoljstvo studenata, predavača i organizacijskog tima, čime je još jednom potvrđena važnost ovakvih edukativnih događaja za buduće liječnike.

Marija Palčok,
predsjednica sekcije InternEdu



Autorica fotografija: Dora Jelinić

PANEL RASPRAVA O SPOLNO PRENOSIVIM BOLESTIMA DERMOS

Panel rasprava posvećena temi AIDS-a i ostalih spolno prenosivih bolesti održana je 15. prosinca u Trica Caffe Baru te se pokazala kao iznimno poučan i sadržajan događaj. Rasprava je okupila mikrobiologa, prof. dr. sc. Domagoja Drenjančevića, dr. med., infektologinju Petru Smajić, dr. med. i dermatologinju doc. dr. sc. Maju Tolušić Levak, dr. med., koji su iz perspektive svojih specijalnosti sudionicima pružili cjelovit i interdisciplinarni uvid u ovu važnu javnozdravstvenu problematiku. Posebno je istaknuta važnost pravodobnog prepoznavanja simptoma, edukacije i prevencije, kao i suradnje različitih specijalnosti u zbrinjavanju oboljelih. Razmjena znanja i iskustava dodatno je naglasila značaj ovakvih interdisciplinarnih susreta. U organizaciji su sudjelovali članovi DERMOS-a (predsjednica Anja Kolarević, Ana Majstorović, Jasmin Mehičić, Sara Čurić, Marija Vuksanović, Zvonimir Kolarević, Lucija Klajn) i članovi SCORA-e (predsjednica Laura Jagodin, Lorena Duvnjak i Karlo Krstić).

Anja Kolarević,
predsjednica sekcije DERMOS

DERMOS+
STUDENTSKA SEKCIJA ZA DERMATOVENEROLOGIJU
MEDICINSKI FAKULTET OSIJEK



SCORA
Sexual & Reproductive Health
and Injuries including HIV & AIDS

DERMOS+
STUDENTSKA SEKCIJA ZA DERMATOVENEROLOGIJU
MEDICINSKI FAKULTET OSIJEK

doc.dr.sc. Maja Tolušić Levak, dr. med. prof. dr. sc. Domagoj Drenjančević, dr. med.
Petra Smajić, dr. med.

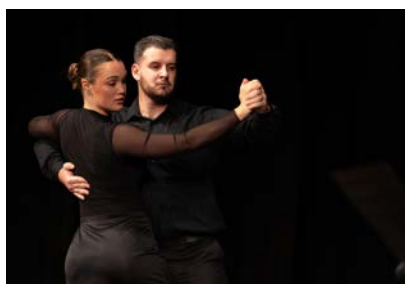
WORLD AIDS DAY
15.12. , 17H, TRICA CAFE BAR

Pridružite nam se na otvorenoj panel raspravi o spolno prenosivim bolestima – važnoj temi o kojoj se premalo govori. Liječnici iz KBC-a Osijek podijelit će najnovije informacije, razbiti česte mitove i odgovoriti na vaša pitanja bez tabua.



XIV. HUMANITARNI KONCERT STUDENATA MEDICINE

Jedanaestog prosinca 2025. godine u Dječjem kazalištu Branka Mihaeljevića u Osijeku održan je „XIV. Humanitarni koncert studenata medicine“. Projekt se kontinuirano provodi već četrnaestu godinu zaredom u organizaciji članova Odbora za ljudska prava i mir Udruge CROMSIC, uz potporu Medicinskog fakulteta u Osijeku.



Posjetitelji ovogodišnjeg humanitarnog koncerta imali su priliku uživati u nastupima vrhunskih glazbenika iz Glazbene škole Music Art Incubator, kao i izvanrednih izvođača poput Nere Mamić, Dore Vestić i Sare Krpan, te brojnih studenata Sveučilišta J. J. Strossmayera. Ukupno je pripremljeno sedamnaest glazbenih točaka koje su pružile raznolik i nezaboravan glazbeni doživljaj. Pripreme za koncert započele su početkom listopada, a organizacijski tim, koji čini šest studenata, bio je uključen u sve faze – od rezervacije kazališta i koordinacije s tonskim majstorom preko pronalaska izvođača i osoba zaduženih za donacije pa sve do rješavanja brojnih tehničkih i logističkih detalja. Iako je organizacija zahtjevan zadatak, predanost, motivacija i humanitarni cilj činili su cijeli proces izuzetno inspirativnim i poticajnim za cijeli tim. Ovogodišnji prihod koncerta namijenjen je 29-godišnjoj Mariji Babić, djevojci oboljeloj od cerebralne paralize, kako bi joj se omogućila dodatna podrška i poboljšala kvaliteta života kroz dodatne fizikalne terapije. O Mariji skrbi njen samohrani otac. Ukupni iznos donacija premašio je

sva očekivanja i dosegao impresivnih 1.391,40 eura. U prethodnim godinama koncerti su podržavali različite humanitarne akcije. Među njima se posebno ističu donacije za dječaka Nou Kokanovića, koji je jedini u Hrvatskoj i peti u svijetu prebolio meningitis istog uzročnika dva puta i suočio se s brojnim komplikacijama, uključujući hidrocefalus, epilepsiju i induciranu komu, s ukupno devet dijagnoza. Prikupljena sredstva koristila su se za skupu terapiju koja mu je tada bila prijeko potrebna. Godinu dana prije toga, donacije su namijenjene Udruzi Rijeka ljubavi. Svaka od tih akcija bila je prilika da se zajednica uključi i pokaže solidarnost. Ovogodišnji koncert, kao i svi prethodni, bio je izvanredan – kazalište je bilo popunjeno do posljednjeg mjesta, a prikupljene donacije nadmašile su sva očekivanja, jer su mnogi, iako nisu uspjeli kupiti ulaznice, i dalje odlučili dati svoj doprinos. Sudjelovanje u organizaciji pružilo je emotivno i motivirajuće iskustvo, a snaga glazbe i zajedništva u promjeni nečijeg života pokazala je koliko naš trud ima stvarnog smisla.

Ivana Groznica,
organizatorica



OSCON

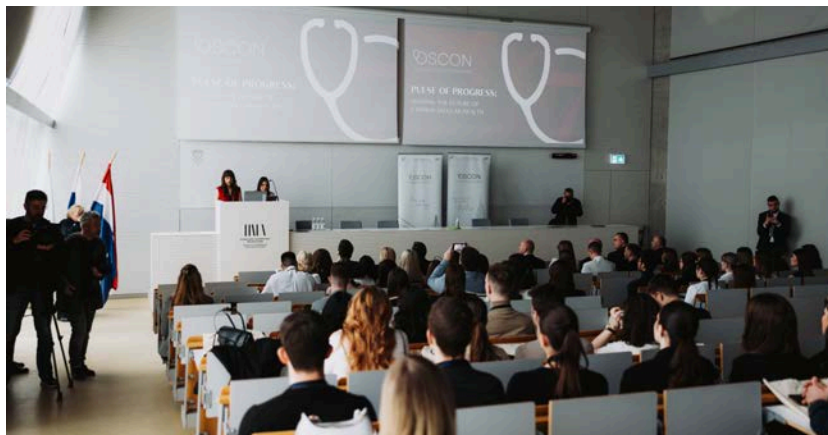
OSIJEK STUDENT CONGRESS

Dragi čitatelji,

iznimna mi je čast predstaviti vam OSCON (Osijek Student Congress), kongres translacijske medicine i biomedicine. Kao jedan od najznačajnijih studentskih kongresa u Hrvatskoj. Već dugi niz godina, OSCON uspješno okuplja studente biomedicinskog područja i mlade liječnike. Zahvaljujući brojnim sudionicima iz raznih zemalja, kongres je dosegnuo međunarodnu razinu, uz tradicionalno okupljanje od oko 500 sudionika. Promicanje znanstvene izvrsnosti, razvoj istraživačkih sposobnosti i kliničkih vještina te poticanje interdisciplinarnе suradnje temelj su na kojima počiva ovaj kongres. Posebna vrijednost OSCON-a leži u činjenici da upravo on predstavlja idealnu priliku za predstavljanje prvih znanstvenih radova, razmjenu ideja i umrežavanje s budućim kolegama i mentorima. S ponosom najavljujem osmi OSCON, pod naslovom „Tailored to You: From Genome Insight to Intelligent Immune Care“. Ovogodišnjom temom želimo istaknuti pomak prema novoj eri medicine, onoj u kojoj razumijevanje ljudskog organizma, sve do njegovih najsitnijih molekularnih razina, omogućava postizanje najpreciznijih i najboljih terapijskih ishoda.

Pozivamo sve zainteresirane da u svoje kalendare zabilježe 26.-28. ožujak 2026. te nam se pridruže na OSCON-u. Sudionici će imati priliku prisustvovati predavanjima brojnih stručnjaka i obogatiti svoja iskustva kroz raznolike radionice, naravno, uz izvrsnu atmosferu!

Katarina Vuković,
predsjednica Organizacijskog
odbora OSCON



OSCON

HITRI

STUDENSKI KONGRES HITNE MEDICINE

Dragi kolege i kolegice,

ove godine slavimo jubilarni 10. HitRi – studentski kongres hitne medicine! Održava se od 20. do 22. ožujka 2026. na Medicinskom fakultetu u Rijeci. Iako još ne otkrivamo sve detalje programa, sudionici mogu očekivati inspirativna predavanja i radionice koje će vas približiti stvarnom radu u hitnoj medicini. Posebna pažnja bit će posvećena temama iz kirurgije, anesteziologije, reanimatologije i intenzivne medicine, ključnim područjima za svakog budućeg liječnika hitne službe. Ono što također želimo je stvoriti snažnu mrežu studenata, budućih liječnika i prijatelja, mjesto na kojem se rađaju nova poznanstva, razmjenjuju ideje i grade trajne profesionalne i osobne veze. HitRi nije samo edukacija, već prilika da zajedno učimo, rastemo i oblikujemo budućnost (hitne) medicine.

Pozivamo sve da uveličaju ovaj jubilarni događaj i budu dio zajedničke priče koja se već deset godina piše. Zajedno želimo podići HitRi na još višu razinu, stvarajući iskustvo koje spaja teoriju i praksu, edukaciju i inspiraciju.

Srdačno,
Organizacijski odbor HitRi 2026.



NEURI

STUDENT CONGRESS OF NEUROSCIENCE

Drage kolegice i kolege,

veliko nam je zadovoljstvo predstaviti vam ovogodišnje izdanje NeuRi kongresa 2026. – međunarodnog znanstvenog skupa studenata biomedicine koji već dugi niz godina okuplja mlade entuzijaste željne znanja, istraživanja i razmjene iskustava iz područja neuroznanosti, medicine i srodnih disciplina.

Naš je cilj stvoriti poticajno okruženje u kojem studenti mogu učiti jedni od drugih, sudjelovati u interaktivnim radionicama, čuti inspirativna predavanja vodećih stručnjaka te predstaviti vlastite znanstvene i stručne radove. NeuRi je mjesto na kojem se stvaraju nova prijateljstva, suradnje i ideje, mjesto gdje zajednički gradimo budućnost medicine.

Pozivamo vas da nam se pridružite od 24. do 26. travnja 2026. u Rijeci i Županijskoj specijalnoj bolnici Insula na Rabu te postanete dio ove jedinstvene priče. Sudjelovati možete kao izlagači, slušatelji ili aktivni sudionici radionica, a svatko će pronaći nešto što ga zanima i motivira.

Veselimo se vašem dolasku, druženju i zajedničkom rastu kroz znanje i iskustvo.

Vidimo se na NeuRi 2026!

Srdačno,
Organizacijski odbor NeuRi 2026.



NeuRi
Student Congress
of Neuroscience

MEDRI ZNANSTVENI PIKNIK

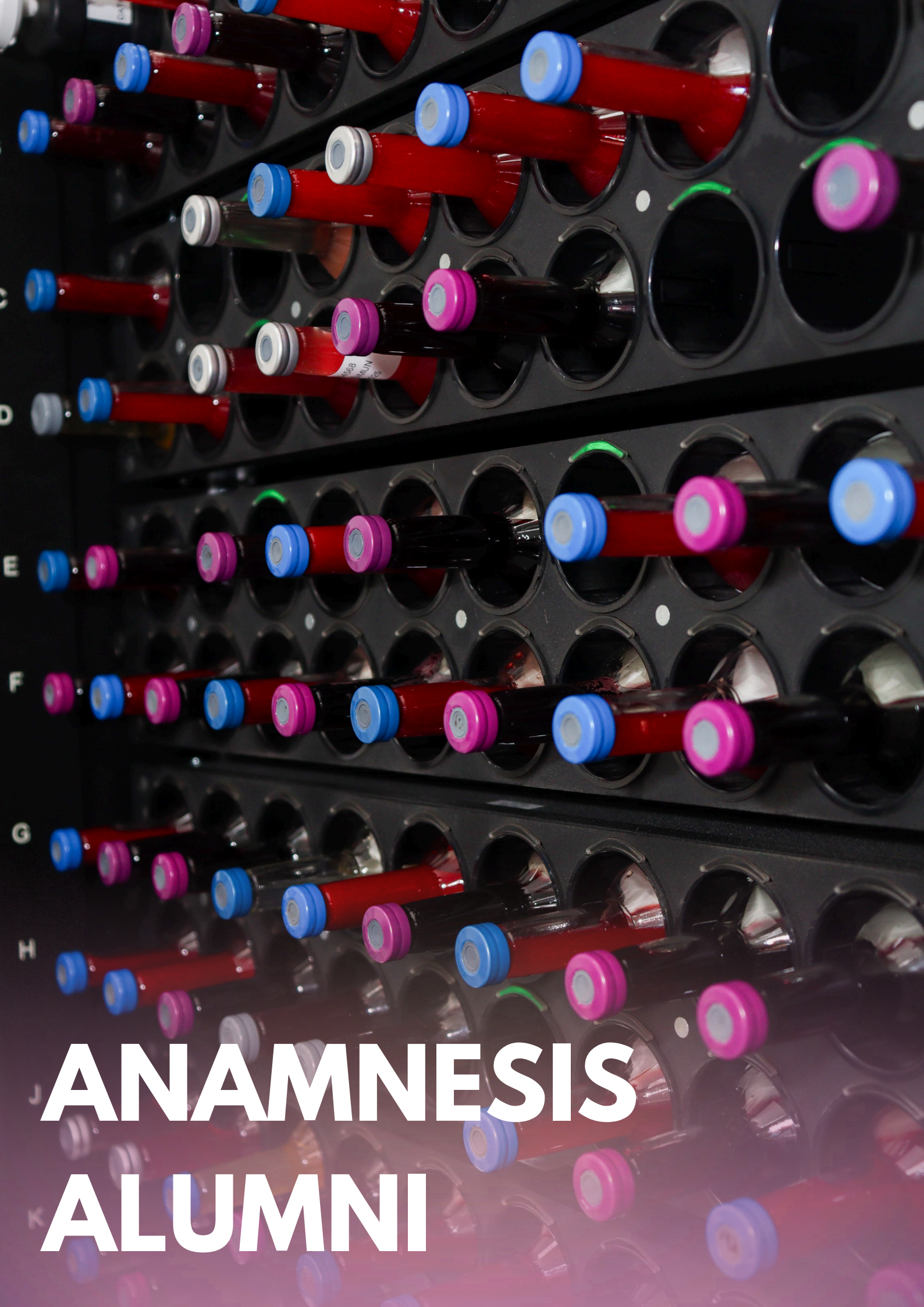
5.-7. prosinca 2025. godine na Medicinskom fakultetu u Rijeci održao se studentski kongres MedRi Znanstveni PIKNIK. U samom imenu PIKNIK (P-pokret, I-ideja, K-kreativnost, N-napredak, K-konkurentnost) sadržano je sve što taj kongres jest; odlična prilika za sve studente biomedicine koji žele poboljšati svoje istraživačke kompetencije kako bi jednog dana bili konkurentni u svom poslu. Posebnost PIKNIK-a je ta što je u potpunosti besplatan za sve. Time se želi poručiti kako znanost treba biti svima dostupna, bez obzira na financijsko stanje. Kongres ima dugogodišnju tradiciju, a svojim posljednjim, 14. izdanjem, nadmašio je sva očekivanja.

Naime, okupio je preko 200 sudionika koji su pristigli sa svih Medicinskih fakulteta u Hrvatskoj, a na kongresu su se osim medicinara našli i budući farmaceuti, biotehnolozi itd. Svake godine kongres ima drugu tematiku, a 2025. je to bila onkologija. To znači da su sva 3 dana kongresa bila prepuna zanimljivih predavanja, radionica i studentskih radova na temu onkologije. Radionica koju je potrebno posebno istaknuti jest ona prof. dr. dc. Nine Pereze na temu kako napisati kvalitetan prikaz slučaja. To je iznimno važna radionica za sve buduće liječnike kako bi jednog dana znali sistematično i pravilno prikazati specifične slučajeve s kojima su se susreli u praksi. Upravo je ta radionica jedan od razloga velikog interesa studenata za PIKNIK.

PIKNIK se također može ponositi time da su se (iako je riječ u studentskom kongresu) u Znanstvenom odboru nalazili doktori medicine, što je vrlo važno radi stručnosti evaluacije studentskih radova. U duhu nadolazećih blagdana, sudionici kongresa bili su voljni donirati prilog za Udrugu Nada te je pritom skupljeno 100 eura koje će pomoći ženama oboljelima od karcinoma dojke. Sudionici, predavači te posebno organizacijski odbor iznimno su zadovoljni 14. MedRi Znanstvenim PIKNIK-om te se vesele onom idućem koji će biti u istim (a možda i većim) razmjerima!

Maritea Arelić,
voditeljica projekta





ANAMNESIS ALUMNI

IMAŠ „ZARAZAN“ MOZAK!

Autorica: Ana Prica, dr. med.

Zamislite sljedeće: spremate se za odlazak u grad na večeru i piće, bilo to sa starim prijateljima ili nekim novim poznanicima, uz jelo generalno ide i razgovor. Kada taj isti razgovor teče bez problema, teme se nižu i otvaraju same od sebe i uživajte u svakoj rečenici, tada kolokvijalno kažemo da smo se „zarazili“ nečijim karakterom. Specifični neurotransmiteri pojačano se izlučuju i stvaraju se nove neurosinapse koje potiču „infekciju“. Što se pak dogodi kada bismo doslovno shvatili pojam infekcije i detaljnije analizirali patofiziologiju infektivnih procesa u središnjem živčanom sustavu (SŽS)? Spekter je entiteta u sklopu infekcija SŽS-a širok, stoga ćemo se u ovom članku fokusirati na meningitis.

Meningitis je upala koja zahvaća moždane ovojnice i subarahnoidalno područje. U slučaju progresije infekcije i na moždani parenhim, tada govorimo o meningoencefalitisu.

U slučaju nagle pojave simptoma i rapidnog razvoja kliničke slike, govorimo o akutnom obliku meningitisa. (1) Ako upala traje dulje od 4 tjedna uz perzistiranje tegoba, onda je riječ o kroničnom meningitisu. (2) Prema uzročniku se meningitis dijeli na bakterijski, virusni i neinfektivni. Dva su vodeća simptoma u kliničkoj slici meningitisa: febrilitet i poremećaj stanja svijesti. (1) Patofiziologija meningitisa može se opisati na sljedeći način: uzročnik se kolonizira na način da remeti krvno – moždanu barijeru i imunosnu obranu bolesnika širenjem upale iz okolnih struktura (najčešće srednje uho i paranazalni sinusi) ili poslije operativnog zahvata ili traume.

Nakon prodora u vaskularni prostor i u konačnici likvorske prostore, dolazi do pojave edema što kasnije vodi do povišenja intrakranijalnog tlaka i posljedične hernijacije mozga (foramen magnum, infratentorijalno itd.) te smanjene perfuzije. (3)

U razgovoru s pacijentom potrebno je uzeti kompletnu anamnezu uz naglasak na infektološke specifičnosti: kakva je priroda vrućice, koliko je bila najviše mjerena, postoji li fotofobija (osjetljivost na svjetlo), glavobolja s prosijavanjem kroz vrat itd. Kod kliničkog pregleda važno je pripaziti na neurološki status (uz dokaz febriliteta): pozitivni meningealni znakovi (kočenje vrata ili nuhalna rigidnost; ležeći i sjedeći), Kernigov znak (bol u stražnjoj loži kod ekstenzije koljena nakon fleksije u kuku pod pravim kutom), Brudzinskijev znak (potpuna ili djelomična fleksija kukova i koljena prilikom fleksije vrata) te znakovi povišenog intrakranijalnog tlaka (asimetrične zjenice, poremećaj stanja svijesti). (4) Djeca su specifična jer klinička slika varira ovisno o dobi. U dojenčadi i male djece javlja se febrilnost ili hipotermija, konvulzije, odbijanje hrane, respiratorni distress, proljev te napeta velika fontanela u djece do 16 mjeseci starosti. (3)



Brudzinskijev znak



Kernigov znak

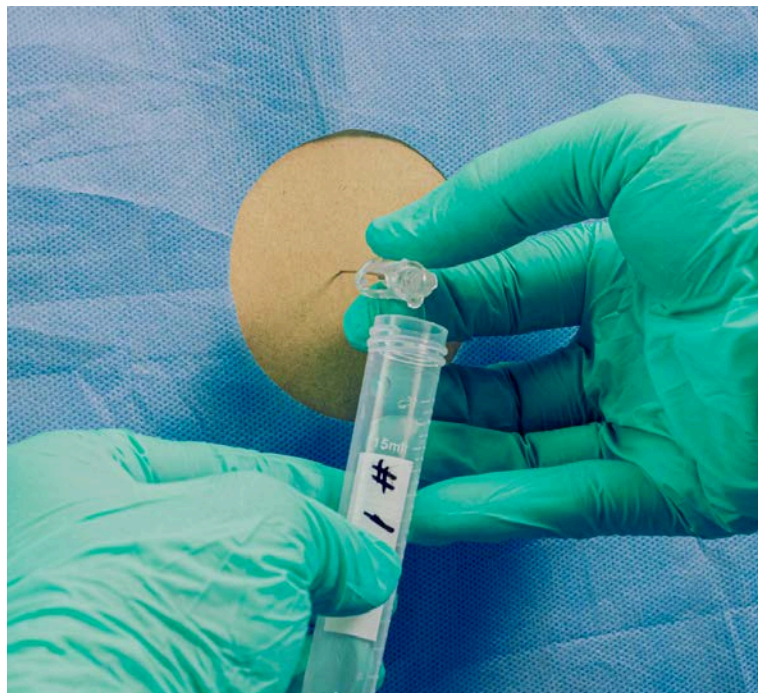
AI generirane ilustracije

anamnesis alumni

Zlatni je standard za postavljanje dijagnoze meningitisa lumbalna punkcija. Normalan je likvor bistar, bezbojan i bez mirisa. Analiza likvora ključna je za određivanje etiologije meningitisa. (2) Tipičan nalaz kod bakterijskog meningitisa uključuje neutrofilnu pleocitozu, povišene proteine i sniženu glukozu, dok se kod virusnog meningitisa može pronaći mononuklearna pleocitoza i blaga proteinorahija. (3) Od radiološke obrade naglasak se stavlja na kompjuteriziranu tomografiju (CT) i magnetsku rezonancu (MR), ali nisu od pretjerane važnosti.

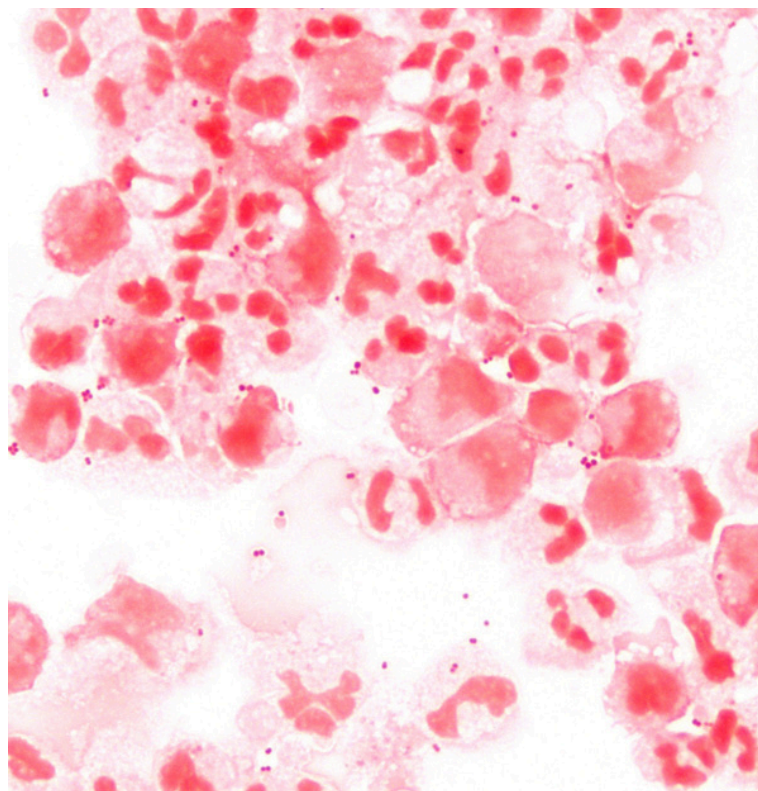
Najčešći uzročnici bakterijskog meningitisa u odraslih su *Streptococcus pneumoniae*, *Neisseria meningitidis* te *Listeria monocytogenes*. Enterovirusi, virus herpesa simpleksa, virus Zapadnog Nila i zoster glavni su uzročnici virusnog meningitisa. Specifičan je entitet apsces mozga tj. ograničena inkapsulirana gnojna upala koja nastaje lokalnim širenjem infekcije iz uha ili sinusa, hematogeno iz pluća ili srca ili izravnom infekcijom kod otvorene ozljede glave. Apscesi mozga mogu biti solitarni ili multipli. (5)

Liječenje se provodi uvođenjem antimikrobnih lijekova bez odgode, uz kontrolu simptoma. Simptomatska terapija stavlja naglasak na snižavanje tjelesne temperature (ibuprofen ili paracetamol) i snižavanje intrakranijalnog tlaka te smanjenje moždanog edema (manitol, dekсамetazon). Novije preporuke za liječenje bakterijskog meningitisa su sljedeće: ceftriakson 2x2 grama intravenski (ili neki drugi intravenski cefalosporin 3. generacije), vankomicin 3x1 gram intravenski i ampicilin 6x2 grama intravenski. (2) U kontekstu virusnog meningitisa, aciklovir je doveo do znatnog poboljšanja prognoze bolesnika, dok se kod infekcije citomegalovirusom daje ganciklovir. (3)



Canva

Lumbalna punkcija



Neisseria meningitidis u cerebrospinalnoj tekućini (CSF), bojenje po Gramu, uvećanje 1000 \times , autor: Microman12345, izvor: Wikimedia Commons (CC BY-SA 4.0, creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

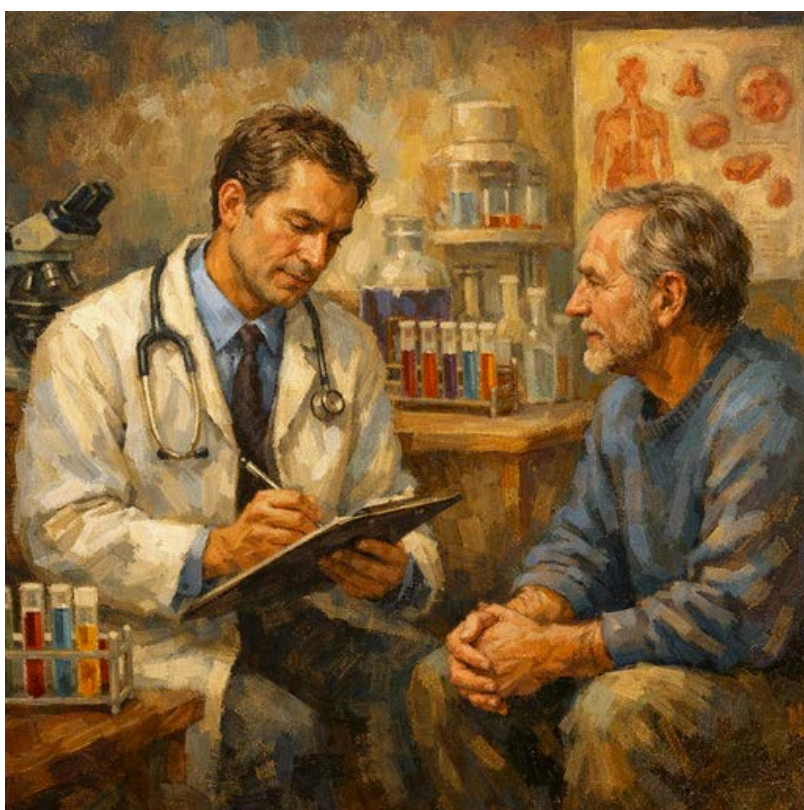
anamnesis alumni

Kao i svako drugo bolesno stanje, ako se liječenje ne započne na vrijeme i trajanje bolesti se produlji, povećava se šansa za razvojem komplikacija. Rane komplikacije znatno utječu na ishod bolesti, a one su: hidrocefalus (najčešće hipertenzivni, kod dojenčadi može biti i normotenzivni), ventrikulitis, vaskulitis moždanih arterija, razvoj subduralnog empijema, aneurizme i brojne druge. Kasne komplikacije ostavljaju trajne neurološke deficite (gubitak sluha ili kognitivni deficit). (3) Da bi se smanjio broj oboljelih, dostupna su cjepiva protiv patogena koji uzrokuju meningitis. Za *H. influenzae* osmišljeno je HiB cjepivo. HiB konjugirano cjepivo uključeno je u redovni kalendar cijepljenja. (5)

Za kraj, pojava vrućice ili febriliteta jedan je od vodećih simptoma za veliki broj diferencijalnih dijagnoza u biomedicini. Ali pazite, znate da ste u opasnoj situaciji ako se netko „obori s nogu“ tj. uđe u poremećeno stanje svijesti. Stoga, važno je zapamtiti: kao što je razgovor između dvoje sugovornika glavni sastojak u receptu upoznavanja i izmjene informacija, tako je kvalitetno uzeta anamneze glavna sastavnica za postavljanje dijagnoze i adekvatnu skrb pacijenta. U svijetu infektologije puno je uzročnika koji „podižu temperaturu“ svaki na svoj način, samo je važno kroz laboratorijsku i radiološku dijagnostiku razotkriti tko stoji iza toga.

Izvori:

1. Šimon E. Etiologija infekcija središnjeg živčanog sustava: uloga multipleks molekularne dijagnostike [Završni rad] Osijek: Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Medicinski fakultet Osijek; 2025. Dostupno na adresi: <https://dabar.srce.hr/object/mefos:254> Datum pristupa: 29.11.2025.
2. Mesarić T. Klinički, dijagnostički i terapijski aspekti sindroma meningitisa [Završni rad] Varaždin: Sveučilište Sjever, Odjel za sestrinstvo; 2021. Dostupno na adresi: <https://repositorij.unin.hr/en/object/unin:4336> Datum pristupa: 29.11.2025.
3. J. Begovac. Klinička infektologija. Medicinska naklada, Zagreb; 2019.
4. Vasudeva, S. Meningitis Clinical Presentation: History, Physical Examination, Complications. Medscape.com. Medscape. 2025. Dostupno na adresi: <https://emedicine.medscape.com/article/232915-clinical?form=fpf#b1> Datum pristupa: 29.11.2025.
5. Khattak ZE, Anjum F. Haemophilus Influenzae. [Updated 2021 Sep 14]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan. Dostupno na adresi: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK562176/> Datum pristupa: 29.11.2025.



AI generirana ilustracija

ZAŠTO SU VODENE KOZICE BLAŽE U DJETINJSTVU, A TEŽE U ODRASLOJ DOBI?

Autorica: Franciska Čurčić

Varicella kod djece

Varicella, poznata kao vodene kozice, najčešće je „dječja“ bolest: najveći broj slučajeva javlja se u dobi od jedne do sedam godina, a uzrokuje je Varicella zoster virus (VZV). U zdrave, nezaštićene (necijepljene) djece, bolest obično ima blagu kliničku sliku: osip s mjehurićima, svrbež, blago povišena tjelesna temperatura i većina se oporavi bez komplikacija. Nakon preboljele varicellae, razvija se imunitet te su ponovne infekcije rijetke. Zbog ovakvog blažeg toka i razvoja imunološke zaštite, varicella je dugo bila percipirana kao „normalna dječja bolest“.

Varicella kod odraslih

Situacija kod odraslih koji dobiju vodene kozice prvi put je, statistički i klinički, znatno ozbiljnija: studije pokazuju da je rizik hospitalizacije kod odraslih dvanaest do sedamnaest puta veći nego kod djece ispod petnaest godina. Komplikacije su češće: među najopasnijima su pneumonija (upala pluća), koja je znatno češća i težeg oblika nego kod djece. U teškim slučajevima zabilježene su i ozbiljne visceralne promjene: poremećaji funkcije jetre, povišeni parametri jetrenih enzima, što djeca rijetko imaju. Također, raste i smrtnost: iako većina odraslih preživi, zabilježeni su smrtni ishodi i teške posljedice. Jedan od razloga zašto je bolest teža u odraslih jest jača i agresivnija imunološka reakcija, sistemski upalni odgovor, jaki simptomi, više oštećenja tkiva.

Također, imunosni odgovor odraslih na virus, posebno kada se radi o primarnoj infekciji, može biti disbalansiran, s većom sklonošću komplikacijama, nego u djetinjstvu.

Razlike u imunološkom sistemu — jače „urođene“ komponente i više limfocita

Djeca su otpornija na određene virusne infekcije, uključujući primarnu infekciju VZV-om, zbog nekoliko ključnih razlika u njihovom imunološkom sustavu i drugim čimbenicima domaćina. Prvo, djeca imaju robusniji urođeni

imunološki odgovor, s višim osnovnim brojem limfocita i aktivnijom funkcijom prirodnih stanica ubojica (NK stanica), što omogućuje rano eliminiranje virusa i sprječavanje njegova širenja. Njihova adaptivna imunitet, osobito T-stanično posredovani odgovori, vrlo je učinkovita u kontroli VZV-a; upravo je stanično posredovana imunitet glavni mehanizam za razrješenje primarne infekcije i sprječavanje teškog oblika bolesti. Kako starimo, proizvodnja i funkcija određenih imunskih stanica slabi („imunosenescencija“), što kod odraslih može značiti slabiju sposobnost da brzo i efikasno svladaju nove infekcije.



Dijete s vodenim kozicama

Canva

Blag imuni odgovor — manje „prekomjerne upale”

Kod nekih infekcija, teže oblike bolesti ne potiče toliko sam virus, koliko „preagresivna” imunološka reakcija odraslog organizma. Kod djece je imunološki odgovor „umjereniji”, što može značiti manje oštećenje tkiva i blaže simptome. Time se smanjuje rizik od teških upalnih komplikacija koje su češće kod odraslih.

Manje faktora rizika i komorbiditeta nego kod odraslih

Odrasli češće imaju kronične bolesti, puše, imaju smanjen imunitet zbog stresa, lijekova, starosti. To sve može pogoršati tijekom zaraznih bolesti. Kod djece takvih faktora uglavnom nema pa tijelo lakše „svlada” infekciju.

Drukčija regulacija upale/ imunosnog odgovora i staničnog imuniteta

Istraživanja pokazuju da odgovor T-stanica (bitnih u borbi protiv virusa) služi optimalnije kod mlađih

osoba. Naime, kod cijepljenja protiv VZV-a, djeca razvijaju jači rast T-stanične imunosti nego odrasli. Slabije imunosno pamćenje, a time i agresivnost odgovora organizma može rezultirati blažom kliničkom slikom.

Zašto djeca rjeđe imaju teške ishode

Kombinacija jače aktivne, prilagodljive i „mlade” imunosti, uravnoteženog odgovora bez pretjeranih upala te nižeg rizika od komorbiditeta čine da kod većine djece infekcija VZV-om prođe relativno bezbolno i bez komplikacija. Kod odraslih pak, učinkovitost imunosne reakcije te faktori rizika (sta-ost, bolesti, pušenje, trudnoća itd.) često rezultiraju težim kliničkim slikama i većom učestalošću komplikacija, stoga je varicella značajno opasnija kad se ne preboli u djetinjstvu.

Što ovo znači u praksi — i opomena

Iako je varicella u djetinjstvu često „blaža”, to ne znači da je bez rizika. Komplikacije se mogu javiti i kod djece, posebno ako im je imunitet oslabljen. Za odrasle koji nikad nisu preboljeli varicellu, dobivanje bolesti predstavlja značajan zdravstveni rizik. Često je pametnije cijepiti se ili barem izbjegavati svjesnu izloženost. Za trudnice koje nisu imune varicella nosi rizike i za majku i za fetus: u takvim situacijama važno je konzultirati liječnika.

Zaključak

Djeca nisu „neuništiva”, ali njihov imunološki sustav, kao i manji broj faktora rizika često rezultira time da prebole infekcije, uključujući varicellu, lakše nego odrasli. Varicella zoster virus u djetinjstvu obično izaziva blažu bolest, dok kod odraslih, posebno neimunih, može dovesti do značajnih komplikacija. Zato je važno pristupiti bolestima i cijepljenju s razumijevanjem rizika u zavisnosti od starosti i zdravstvenog stanja.

Izvori:

1. Caiyin Luo, Wanwen Chen, Junying Cai, Yuwen He. Italian Journal of Pediatrics. Age-related immunity differences in children. Ital J Pediatr. 2024. 29.11.2025. Dostupno na: <https://ijponline.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13052-024-01587-z>.
2. Goronzy JJ, Weyand CM. Immune aging and immune system decline. Nat Rev Immunol. 2017. 29.11.2025. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28607114/>.

3. Journal of Family Medicine & Primary Care. Clinical spectrum and outcomes of adult varicella. J Family Med Prim Care. 2025. 29.11.2025. Dostupno na: https://journals.lww.com/jfmpc/fulltext/2025/07000/clinical_spectrum_and_outcomes_of_adult_varicella.40.aspx.
4. S Nader, R Bergen, M Sharp, A M Arvin. Cell-mediated immune responses to varicella-zoster virus in children and adults. J Infect Dis. 1995. 29.11.2025. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7798653/>.

5. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Clinical features of chickenpox. CDC. 2024. 29.11.2025. Dostupno na: <https://www.cdc.gov/chickenpox/hcp/clinical-signs/index.html>.
6. Barbara J Law. Epidemiology of varicella in adults. Epidemiol Infect. 2000. 29.11.2025. Dostupno na: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2819915/>.
7. Virology Journal. Visceral involvement in adult varicella infection. Virol J. 2025. 29.11.2025. Dostupno na: <https://virologyj.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12985-025-02661->

ANAMNEZA

I FIZIKALNI STATUS

OPĆI PODACI: ime i prezime, godina i mjesto rođenja, adresa stanovanja, zanimanje, bračno stanje, djeca

RAZLOG DOLASKA: glavni razlog javljanja liječniku, u jednoj rečenici

OBITELJSKA ANAMNEZA: kronične bolesti, karcinomi, psihičke bolesti, nasljedne bolesti, iznenadne smrti, razlog i dob pri smrti članova najuže obitelji

OSOBNJA ANAMNEZA:
Dječje bolesti (zarazne bolesti i cijepjenja protiv istih) i **dosadašnje bolesti** (kronične bolesti, hospitalizacije, operacije...)
Sadašnja bolest (detaljan opis simptoma, tijeka bolesti, dosadašnjeg liječenja...)

FUNKCIJE I NAVIKE (FIN):
F: **apetit** (oslabljen, pojačan), gubljenje/dobivanje na **tjelesnoj masi**, **mokrenje** (učestalost, boja, smetnje pri mokrenju, npr. peckanje, bolnost...), **stolica** (količina, učestalost, konzistencija, primjese sluzi i/ili krvi, promjena boje), **spavanje** (teško usnivanje, buđenje noću), **žedanje** (pojačano), **znojenje** (i kad vani nije vruće, izostanak znojenja). Žene - **menarha**, **menstruacija**, **menopauza**, **trudnoće**, **pobačaji**.
N: pušenje, alkohol, droge (koliko dugo, količina, učestalost)

ALERGIJE I LIJEKOVI: postojeće alergije te lijekovi koji su u kroničnoj terapiji (uključujući doze i učestalost uzimanja). Posebno alergije na lijekove!

EPIDEMIOLOŠKA ANAMNEZA: putovanja u udaljene i tropske krajeve, poznat kontakt sa životinjama (npr. šuma) ili zaraznim bolesnicima
CIJEPLJENJA

RADNA I SOCIJALNA

ANAMNEZA: radno mjesto (koje je, fizički napor, izloženost štetnim tvarima, koliko dugo radi, prošla radna mjesta);

Uvjeti stanovanja (sustanari, kuća/stan, kućni ljubimci, kat, lift, instalacije struje, vode, kanalizacije, vlaga, plijesan...)

Pacijent pri svijesti, kontaktibilan, orijentiran u vremenu, prostoru, prema sebi i drugima. Eupnoičan, eukardan, afebrilan.

Koža i vidljive sluznice uredno prokrvljene, bez osipa i znakova hemoragijske dijateze.

Glava izvana uredna, normalno konfigurirana, bez znakova traume. Palpacija izlazišta trigeminusa bezbolna.

Zjenice izokorične, urednih reakcija na svjetlosni podražaj. Spojnica uredno prokrvljena.

Bulbusi pokretni u svim smjerovima, nema nistagmusa. Usna šupljina uredne prokrvljenosti, ždrijelo ružičasto, tonzile unutar nepčanih lukova, uvula bez edema.

Tragusi bezbolni na palpaciju, bez vidljivog sekreta.

Vrat uredne pokretljivosti, bez limfadenopatije. Štitnjaču ne palpiram. Meningizam negativan.

Prsni koš sveden, uredne respiratorne pomičnosti.

Uredan šum disanja. Perkutorno sonorozan zvuk.

Akcija srca ritmična, tonovi jasni, šumova ne čujem.

Abdomen mekan, bezbolan na površinsku i duboku palpaciju, bez peritonealnog podražaja. Ne palpiram organomegalije niti patorezistencije.

Lumbalna sukusija obostrano bezbolna.

Ekstremiteti simetrični, bez edema, urednih perifernih pulsacija.



Frans van Mieris, *Liječnikov posjet*, 1657.

ANAMNESIS

Studentski časopis
Medicinskog fakulteta Osijek