

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 grijehe. 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“.

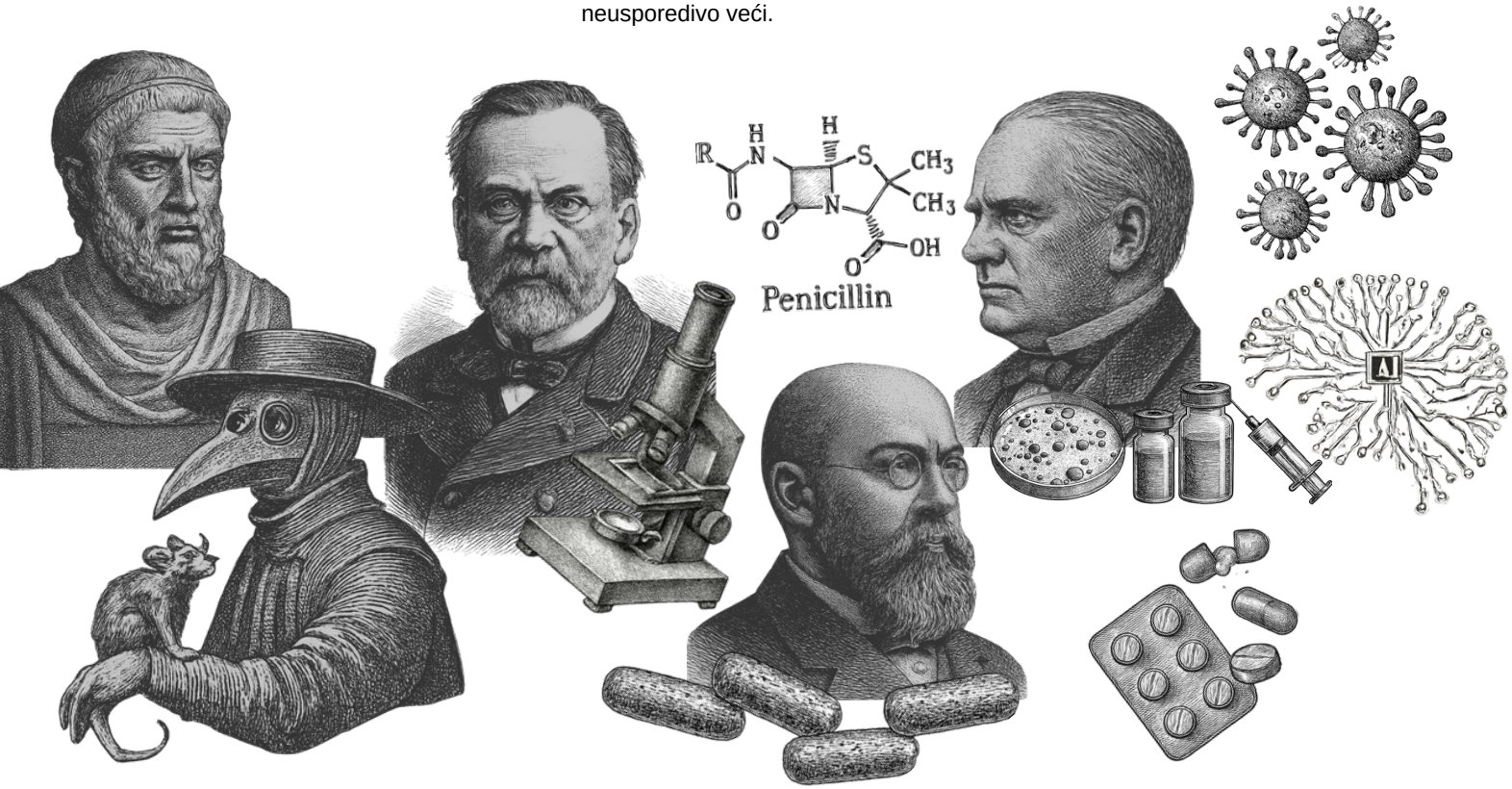
Nedugo zatim, Antonie van Leeuwenhoek konstruira mikroskop s iznimno jakim povećanjem i prvi promatra životinjice koje su mnogobrojne i živahno se kreću *(„animalcule”)* - bakterije i protozoe, otvarajući vrata svijetu mikroorganizama.

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 ćr 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 budućnosti”.*



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