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 štititi, 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 najsličniji 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. Pretklinička 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 ograničenje. [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