

VÝVIN ČREVNÉHO MIKROBIÓMU – JEHO VÝZNAM PRE PREVENCIU A TERAPIU

DEVELOPMENT OF THE INTESTINAL MICROBIOME – IMPORTANCE FOR PREVENTION AND THERAPY

IGO KAJABA¹, AIDA KAJABOVÁ¹, MANON GENČÍKOVÁ¹, BRANISLAV GENČÍK¹,
NORA LOVÁSZOVÁ¹, VLADIMÍR BENCKO², JAROSLAV KRÍŽ³, BOHUMIL TUREK⁴, PETR ŠÍMA⁵,
PAVEL DLOUHÝ⁶, JAN ŠEVČÍK⁴

¹*CarnoMed, medicínske centrum, Bratislava, Slovenská republika*

²*Univerzita Karlova, 1. lékařská fakulta, Ústav hygieny a epidemiologie a Všeobecná fakultní nemocnice, Praha, Česká republika*

³*Státní zdravotní ústav, Praha, Česká republika*

⁴*Společnost pro výživu, Praha, Česká republika*

⁵*Akademie věd ČR, Mikrobiologický ústav, Praha, Česká republika*

⁶*Univerzita Karlova, 3. lékařská fakulta, Ústav hygieny, Praha, Česká republika*

SÚHRN

Autori v prehľadnej práci prezentujú poznatky o vývine črevného mikrobiómu od narodenia so zreteľom popri jeho genetickej danosti na dva základné články – spôsob pôrodu a výživy novorodenca. Poukazuje sa na blízky vzťah vývinu mikrobiómu k črevnému imunitnému systému. V práci je upozornené na význam eumikrobiózy čreva a jej preventívnu funkciu na priebeh metabolických pochodov a prevalenciu nekontagióznych chorôb. Zdôrazňuje sa obzvlášť závažné riziko vzniku dysmikrobiózy, ktorá je v súčasnosti považovaná za jeden z hlavných článkov v etiopatogenéze mnohých tzv. civilizačných chorôb. Opodstatnene sa týmto podporuje význam modulovania črevnej mikrobioty, hlavne probiotikami podľa klasických prác Mečnikova kyslomliečnymi výrobkami s obsahom ušľachtilých mliečnych baktérií. Najnovšie ide aj o uplatnenie „fekálnej mikrobiálnej terapie“, dosiaľ hlavne u nešpecifických črevných zápalov a s perspektívou jej uplatnenia u viacerých chorôb metabolických, kardiovaskulárnych, neurodegeneratívnych, autoimunitných, dokonca aj u niektorých duševných porúch.

Kľúčová slova: výživa, probiotiká, mikrobióm čreva, choroby civilizačné – prevencia

SUMMARY

Presented is a review of knowledge about the development of the microbiome from birth with regard to its genetic predisposition to 2 basic factors – the way of birth and nutrition of the newborn. The close relationship of microbial development to the intestinal immune system is shown. Attention is drawn to the importance of eumicrobiosis and its preventive function in the course of metabolic processes and the prevalence of non-contagious diseases. A particularly serious risk of dysmicrobiosis, which is currently considered to be one of the major elements in the etiopathogenesis of many so-called civilization linked diseases, is underlined. The importance of modulation is therefore justified, mainly by probiotics according to the classical works of Mechnikov's lactic acid milk products containing lactic – acid milk bacteria. Recently, it is also the application of „faecal microbial therapy“, so far mainly in non-specific intestinal inflammations and with the prospect of its application in several metabolic, cardiovascular, neurodegenerative, autoimmune diseases, even in some mental disorders.

Key words: nutrition, probiotics, intestinal microbiome, civilization-linked diseases – prevention

<https://doi.org/10.21101/hygiena.a1735>

Úvod

Črevný mikrobióm z hľadiska molekulovej biológie pozostáva zo všetkých baktérií a ich génov, bakteriofágov, húb, plesní, kvasiniek, vírusov, protozoí a archeí, ktoré existujú v črevnom ekosystéme človeka (1). Mikrobiálne osídlenie viacerých lokalít a traktov v ľudskom organizme sa nazýva mikrobiota.

Počet buniek mikrobiómu je 10^{14} /ml, čiže je vyšší ako ich množstvo 10^{12} /ml u hostiteľa. V prípade, že je sledované zastúpenie mikroorganizmov v jednotlivých partiách tráviaceho traktu, zisťuje sa nasledovný trend zmiernen ich množstva: v dutine ústnej 10^7 /ml, zaznamenáva sa pokles v žalúdku na 10^2 – 10^3 /ml, vplyvom žalúdočnej kyseliny a od žalúdka aborálnym smerom sa množstvo mikroorganizmov postupne zvyšuje; duodenum a jeju-

num 10^3 – 10^5 /ml, ileum 10^5 – 10^7 /ml, až dosiahne maximálnu hodnotu v kolone 10^9 – 10^{12} /ml (2).

Prehľad problematiky črevného mikrobiómu

Vývin mikrobiómu čreva začína pri pôrode príchodom novorodenca na tento svet. V niektorých prácach sa uvádza, že mikrobiálna kolonizácia čreva nastupuje už v období intrauterinného vývinu plodu, kedy dochádza k jeho prvému kontaktu s baktériami nastávajúcej matky (3). Presné údaje sú však známe až z času pôrodu a ďalšieho vývinu novorodenca (4, 5).

Z tohto hľadiska je dôležitý spôsob pôrodu, či sa uskutočňuje prirodzenou formou (per vias naturales), alebo ide o cisársky rez (sectio caesarea), čo prináša hneď zo začiatku podstatné rozdiely v osídlení črevnej mikrobioty u novorodencov.

Pri fyziologickom pôrode ide u novorodenca o prvý kontakt s vaginálnou a gastrointestinálnou mikroflórou matky a v prípade pozitívneho bondingu hneď po pôrode spôsobom koža na kožu – uloženie novorodenca na brucho alebo hrudník matky, ale možno využiť i otca (6) – dochádza ku kontaktu aj s kožnými mikróbmi, prípadne aj s mikrobiotou nosa a ústnej dutiny matky. Bonding však v prvom rade spočíva vo vytvorení emocionálnej väzby medzi matkou a novorodencom ihneď na pôrodnom sále. Bonding sa uplatňuje aj po cisárskom reze, ale podstatný rozdiel spočíva v tom, že prvý kontakt novorodenca je v tomto prípade s okolitým nemocničným prostredím a nie s matkou, a tak novorodenec získava zväčša iba kožnú mikrobiotu matky.

Významnú úlohu v tomto smere zohráva i spôsob výživy novorodenca, či ide o dojčenie, alebo o výživu dojčat s prípravkami náhradnej počiatočnej mliečnej výživy Infant formula a po 4. mesiaci pokračujúca Follow-on formula s nutnými príkrmami, ktoré rovnako spôsobujú značné rozdiely v mikrobiálnom osídlení črevného traktu dojčiat. Znamená to, že u dojčiat na náhradnej mliečnej výžive sa črevná mikrobiota začína oveľa skôr približovať mikrobiote dospelých ako u dojčených (7), kde tento proces prebieha postupne a stabilizuje sa v 2.–3. roku života. Odtedy možno túto mikrobiotu s individuálnou celoživotnou povahou a prítomnosťou genetických znakov prirovnáť takmer k významu odtlačku prsta.

Pre optimálny vývin črevnej mikrobioty novorodenca má popri genetickom pozadí a spôsobe pôrodu rozhodujúci význam dojčenie, ktoré plní i mimoriadne dôležitú imunologickú funkciu a zásadne významná je pritom skutočnosť, že materské mlieko neobsahuje alergén β -laktoglobulín, čo má značný význam pre jedinca v ranom období dojčenského veku.

Správny spôsob výživy jednoznačne ovplyvňuje zloženie a kvalitu mikrobiálneho osídlenia gastrointestinálneho traktu (GIT) človeka. Ide pritom o tzv. mutualizmus, keď obidva organizmy spolunažívajú a oba z toho profitujú (8). Mikroorganizmy sú pre človeka nesmierne dôležité tým, že sa podieľajú na podpore mnohých fyziologických funkcií. Je to jednak pri trávení, ale tiež pri správnom vývine a fungovaní imunologickej, metabolickej a neuro-hormonálnej rovnováhy organizmu. Navyše plnia zároveň aj ochrannú funkciu preferenciou osídlenia benefítnymi druhmi mikroorganizmov

a na druhej strane zasa potláčaním iných patogénnych druhov. Hostiteľ pritom poskytuje mikrobiómu optimálne miesto, kde môže žiť, slizkú sliznicu čreva, vhodné prostredie: teplota, vlhkosť, pH a hlavne dodávka živín potrebných pre jeho rast (9).

Mikrobiota čreva môže podstatne ovplyvňovať, či už v priaznivom alebo nepriaznivom smere utilizáciu tuku, inzulínovú senzitivitu, metabolizmus lipidov a glukózy. Fyziologická modulácia mikrobiálneho osídlenia tráviaceho traktu s využitím probiotických mikroorganizmov a bioaktívnych prebiotík by tak mohla efektívne prispieť k prevencii a terapii mnohých chorobných stavov (3).

Tieto vlastnosti mikrobioty a docielenie jej eumikrobiózy je potrebné v plnej miere využiť v rámci preventívne orientovanej výživy.

Je však známa aj druhá stránka možných nepriaznivých vplyvov, patogénnych mikroorganizmov z prostredia, nesprávnej výživy a životosprávy súvisiacej so stresom, užívaním antibiotík, nesteroidných antireumatík a iných liekov, ktoré negatívne vplyvávajú na črevnú mikrobiotu a spôsobujú stav dysmikrobiózy.

Dnes disponujeme viacerými prácami, ktoré potvrdzujú, že črevná dysmikrobióza môže byť pôvodcom viacerých metabolických, imunologických, alergických, degeneratívnych kardiovaskulárnych, neurodegeneratívnych a dokonca i niektorých onkologických chorôb. Hlavne tu ide o kolorektálny karcinóm, kde sa u pacientov zistili podstatné a príznačné zmeny črevnej mikrobioty oproti zdravým jedincom (10).

Prichádza uviesť aj nové prístupy liečby, resp. korekcie narušenej mikrobioty fekálnou mikrobiálnou transplantáciou, tzv. fekálna mikrobiálna terapia (FMT) od zdravých „darcov“, a to u nešpecifických zápalov črevnej sliznice, t. j. hlavne u ulceróznej kolitídy (11). Použitie pre morbus Crohn sa testuje. FMT sa používa hlavne u niektorých kolitíd, napr. toxikogénnej *Clostridium difficile* (obsahuje toxíny A, B) a jej recidivujúcej formy (12–14), rekurentných gastroenteritíd a enterokolitíd, ale aj u funkčných porúch, najmä u kolon irritable. Uvažuje sa o nej aj po operácii kolorektálneho karcinómu, ev. rekta, ako prostriedku terciárnej prevencie.

Za priaznivé možno hodnotiť výsledky viacerých i domácich štúdií u diagnózy ulceróznej kolitídy, ako v ČR, tak i v SR.

Vývin mikrobiálnej kolonizácie tráviaceho traktu od novorodeneckého do dospelého a seniorského veku

Pri fyziologickom pôrode sa novorodenec stretáva s mikroflórou vagíny a mikróbami gastrointestinálneho traktu matky, čo predstavuje okolo $\frac{3}{4}$ prvého mikrobiómu novorodenca. Tieto baktérie spotrebou kyslíka pripravujú vhodné prostredie pre anaeróby, ktoré dojča dostáva z materského mlieka a ktoré postupne vytvárajú obraz mikrobiómu dojčat zastúpením hlavne *Bifidobacteriaceae* 92,2 %, *Lactobacillus* 4,0 % a *Enterobacteriaceae* 3,8 % (15).

Mikróby z rodu *Bifidobacteriaceae*, *Lactobacillus* a *Streptococcus* svojou enzýmovou, metabolickou, imunomodulačnou, protialergickou, antibakteriálnou a antivírusovou aktivitou vytvárajú u hostiteľa užitočné vnútorné prostredie a to nielen v čreve, ale tiež s priaznivými dopadmi na viaceré kľúčové systémy v organizme (16).

Práca, v ktorej sa sledoval mikrobiologický výšetrením stolice rozdiel mikrobiálneho zastúpenia u dojčiat na materskom mlieku oproti dojčatám na náhradnej mliečnej výžive, priniesla u tejto druhej skupiny nasledovné výsledky: vyšší počet proteolytických mikróbov a mikróbov z rodu *Bacteroides*, *Eubacterium*, *Fusobacterium* a *Peptostreptococcus*. Tým sa potvrdzuje konštatovanie, že mikrobiota dojčiat na náhradnej mliečnej výžive je porovnateľná s mikrobiotou dospelých (7). Podobné výsledky poskytuje i sledovanie mikrobioty u novorodencov porodených cisárskym rezom, vo forme nízkeho zastúpenia *Bifidobacteriaceae* a *Bacteroides* a ich GIT je tiež častejšie kolonizovaný *Clostridium difficile*, v porovnaní s novorodenkami porodenými prirodzenou cestou.

Vyplyva z toho, že pôrod *per vias naturales* a dojčenie poskytujú najlepšie predpoklady pre vytvorenie zdraviu prospešnej mikrobioty, a to nielen v detstve a mladistvosti, ale aj pre obdobie dospelosti.

V seniorskom veku dochádza k zmenám črevného ekosystému, najmä k zníženiu obsahu *Bifidobacteriaceae* na 0,6 %, *Enterobacteriaceae* na 0,2 % a *Eubacterium* na 1 % (15). Je teda plne opodstatnené modulovať ich mikrobiotu kyslomliečnymi výrobkami, ako to potvrdzujú práce (17, 18) a tiež vhodnými prípravkami probiotík, napr. formulou Symprove. Táto sa vyrába vo výhodnej tekutej forme, ktorá rýchlo opúšťa žalúdok, a tým chráni mikroorganizmy pred ich eliminovaním žalúdočnou kyselinou (2) a tiež obsahuje cenné štyri živé mikrobiálne kmene.

Preventívna úloha mikrobiómu – jeho vzťah k imunitnému systému

Všeobecne platná je v súčasnosti premisa, že zdravie človeka závisí na správnom zložení a funkčnosti črevného mikrobiómu. Nesmierne dôležitý je v tomto smere priamy vzťah mikrobiómu na lokálny imunitný systém čreva GALT (gut associated lymphoid tissue). Tento od najrannejšieho obdobia života sekrečnými imunoglobulínmi, najmä triedy IgA (sIgA), plní s mechanizmami prirodzenej imunity slizničnú ochrannú úlohu zabránenia prieniku niektorých mikróbov, bakteriálnych toxínov, antigénov a alergénov do organizmu. Deficit tejto funkcie u niektorých jedincov sa prejavuje zvýšeným výskytom alergických a autoimúnnych chorôb.

GALT predstavuje najrozsiahlejší imunitný systém organizmu tým, že sa 60–70 % podieľa na celkovom slizničnom imunitnom systéme MALT (mucosa associated lymphoid tissue) a hmotnostne vytvára neuveriteľných 1,5–2 kg(!) s približne 500 rôznymi druhmi baktérií a na rozlohe 250 až 350 m² gastrointestinálneho traktu.

Významne tento vnútorný ekosystém prispieva k stimulácii a dozrievaniu zložiek imunitného systému a vytvoreniu imunity a imunitnej tolerance (19).

Rovnako dôležitá je funkcia mikrobioty ako „nového“ metabolického orgánu, ktorý sa svojou enzymatickou aktivitou približuje funkcii ústredného metabolického orgánu heparu. V popredí tu stojí jeho sacharolytická aktivita enzymatického spracovania prebiotík vo forme dodania energie dôležitej pre enterocyty kolonu, ale tiež 3 krátkoreťazcových mastných kyselín (octovej, propiónovej a butyrovej), ktorých priaznivý protizápalový účinok sa potvrdil v diéte pri nešpecifických črevných zápaloch (morbus Crohn, colitis ulcerosa), a tieto vykazujú aj

antineoplastický účinok, hlavne kyselina butyrová, inhibíciou premeny prokarcinogénov na karcinogénne látky.

Určite je ešte potrebné uviesť, že črevná mikrobiota podporuje proces trávenia a tiež tvorbu viacerých dôležitých vitamínov skupiny B-komplexu a vitamínu K2.

Z uvedeného je zjavné, že je nutné všemožne podporiť životne dôležitú funkciu mikrobioty. Rozhodujúcu úlohu, popri iných faktoroch, zohráva vplyv výživy. Tu sa opäť uplatňuje jej ambivalentná danosť, čiže možnosť pôsobiť pozitívne, ale aj rizikovo, čo sa vzťahuje i na mikrobiotu. Upozorňuje sa tak na jednej strane, že strava s vysokým zastúpením živočíšnych zdrojov, tuku a tým s tvorbou nadmerného množstva sekundárnych žľových kyselín, t. j. enterických deoxycholov (DCA) v čreve, vytvára riziko karcinómu heparu a kolonu. Rovnako vysoký podiel rafinovaného cukru, najmä kukuričnej fruktózo-glukózovej zložky v sirupoch a nápojoch, vytvárajú spolu vhodné prostredie pre rozmnoženie nepriaznivého mikrobiálneho osídlenia črevnej mikrobioty.

Na druhej strane sú zas známe mnohé potraviny a ich zložky, ktoré významne prispievajú k vytvoreniu optimálnej črevnej mikrobioty a jej preventívneho pôsobenia. Predstavujú ich najmä zdroje výživy rastlinného pôvodu a zo živočíšnych zdrojov je to široké spektrum kyslomliečnych výrobkov. Z potravín rastlinného pôvodu sú to hlavne strukoviny, sója, celozrnné obilninové výrobky, tmavá ryža, ktoré sú zároveň významným zdrojom vlákniny. Ďalej je to zelenina s obsahom celulózy dôležitej pre peristaltiku čriev, ovocie, najmä jablká a citrusové plody s obsahom probiotiká pektínu (rozpuštná vláknina) či huby, napr. hľiva ustricovitá s obsahom β-glukánov (výživa pre mikrobiotu) a mevinolín K (statín). U hľivy ustricovitej sme navyše v klinickom teste potvrdili významné hypolipidemické, ale aj antioxidačné účinky (20).

Zo živočíšnych zdrojov je to na prvom mieste materské mlieko s obsahom významných oligosacharidov, galaktooligosacharidov a fruktooligosacharidov, ktoré sú ako cenné prebiotikum s bifidogénnym efektom dôležité aj pre rast črevného mikrobiómu (21).

Možno sem zaradiť aj inovované biologicky vysoko hodnotné mäsové výrobky s ušľachtilou kultúrou probiotických baktérií (22). Poskytnutý je tým príklad, že i mäsové výrobky sa dajú plne prispôbiť požiadavkám správnej výživy a to v súlade s definíciou probiotík podľa FAO/WHO (2001): „Probiotiká sú živé mikroorganizmy, ktoré, ak sa prijímajú v adekvátnom množstve, majú priaznivý vplyv na zdravie hostiteľa“ (23).

V experimentálnej práci sa uvádza, že probiotiká, prípadne v kombinácii s prebiotikami, najmä inulínom z čakanky, ako substrátom pre rast mikroorganizmov, môžu pôsobiť cestou kompetitívnej inhibície kolonizácie čreva patogénnymi produkujúcimi endotoxíny a viesť i k zlepšeniu bariérovej funkcie čreva a k zníženiu produkcie prozápalových cytokínov TNFα, IL-1 a IL-6 (24).

Dominuje tak význam kyslomliečnych výrobkov s obsahom ušľachtilých baktérií mliečneho kvasenia probiotík, ktorý potvrdzuje tisíce rokov trvajúca tradícia ich spotreby vo výžive ľudstva.

História exaktných poznatkov o zdravotne benefitných účinkoch kyslomliečnych výrobkov siaha do začiatkov minulého storočia, do doby pôsobenia Iľju Mečnikova. Jeho prioritné práce o problematike imunity človeka, procesoch starnutia a črevnej mikroflóry vo vzťahu k spotrebe kyslomliečnych výrobkov, pramenili

z poznatkov u obyvateľov Abcházsku a ďalších stredoázijských republík, u ktorých je známa dlhovekosť obyvateľstva, rovnako ako aj Bulharska. Mečnikovovi bola v roku 1908 udelená Nobelova cena za objavy v medicíne – objav fagocytózy a za nové fyziologické poznatky o probiotikách. V súčasnosti je už takmer neprehľadné množstvo prác, ktoré jednoznačne potvrdzujú priaznivé zdravotné účinky spotreby acidofilných nápojov a kyslomliečnych výrobkov. Podnetná je v tomto zameraní 20-ročná Elwoodova štúdia (25, 26), ktorá potvrdila, že pravidelná spotreba mlieka a kyslomliečnych výrobkov dokonca podstatne znižuje riziko prevalencie metabolického syndrómu, ktorý je expresívne označovaný za smrtiaci kvartet z hľadiska ohrozenia zdravotného stavu ľudí (27).

Z uvedeného vyplýva opodstatnená preferencia pravidelnej spotreby mlieka a kyslomliečnych výrobkov, ktorá výživou zabezpečuje črevnú eumikrobiózu u všetkých fyziologických skupín obyvateľstva vo svete.

Je známe, že viaceré negatívne vplyvy, vrátane nesprávnej výživy, spôsobujú nepriaznivé zmeny vo vyrovnanosti a funkčnosti črevného mikrobiómu a vedú k dysmikrobióze čreva. A práve tejto sa dnes pripisuje rozhodujúci podiel na náraste rozšírenosti viacerých chronických chorôb v populácii, z ktorých uvedieme prehľad hlavných:

- kardiovaskulárne – ICHS a srdcové zlyhávanie (28);
- metabolické – obezita (29), obezita a DM 2T (30–34), obezita a DM 2T a 1T (35), metabolický syndróm (36);
- IBD (inflammatory bowel disease), nešpecifické zápal čreva (11, 36, 37) a tiež mikrobiálne rekurentné klostridiove kolitídy (12–14);
- neurodegeneratívne, imunologické, autoimunitné a alergologické poruchy (38);
- a dokonca i niektoré nádorové (10) a duševné choroby, u ktorých sa zdôrazňuje novo spoznaná os spojenia „črevo – mikrobióm – mozog“ (39–41).

Zdôrazňuje sa pritom význam produkcie neurotransmitérov črevnou mikrobiotou: tryptofán – prekursor serotonínu; tyrozín a fenylalanín – prekursori katecholamínu dopamínu (serotonín a dopamín sa nazývajú aj „hormóny šťastia“). Ďalej je dopamín prekursor noradrenalinu a noradrenalin je zasa prekursor adrenalinu. Preto je črevný mikrobióm dnes označovaný aj ako „druhý mozog“.

Nová možnosť korekcie dysmikrobiózy a biologickej liečby IBD a perspektíve aj tzv. civilizačných chorôb

Hľadajú sa možnosti a spôsoby modulácie, resp. „liečby“ črevnej mikrobioty, a tým aj terapia viacerých chorôb, ktoré sme uviedli vyššie.

Ide o „fekálnu mikrobiálnu terapiu“, ktorá je v iných prácach uvádzaná ako „fekálna mikrobiálna transplantácia“. Princíp tejto liečebnej metódy spočíva v prenose stolice od zdravého „darcu“ chorému subjektu. V súčasnej dobe registrujeme snahy o dôkladne zbavenie aplikovanej stolice všetkých zvyškov potravy, buniek, hormónov, takže cieľom je aplikovať čistú mikrobiotu donora a to zväčša klyzmou, alternatívne nazogastrickou, ev. nazojunálnou sondou. Podáva sa jednorazovo, ale nevyučuje sa ani opakované podanie mikrobioty. Najnovšie

ide aj o použitie transplantátov získaných zo stolice viacerých „darcov“, tzv. multidonor FMT (1).

Ako o účinnej metóde liečby ulceróznej kolitídy referovali o FMT na gastroenterologickej konferencii SLS v roku 2017 v Bratislave prof. T. Hlavatý a MUDr. M. Sarvašová, ktorí sú priekopníkmi uvedenej metódy v gastroenterológii a infektológii na Slovensku (11, 12). Zhodné výsledky s uvedenou liečbou ulceróznej kolitídy uvádzajú aj ďalší domáci (42) a zahraniční autori (43, 44). Danú metódu FMT je určite potrebné hodnotiť ako prínosnú a významnú u viacerých závažných diagnóz.

Perspektívne je však žiaduce zamerať výskum na možnosti primárnej modulácie a podpory diverzity vlastného črevného ekosystému, možno aj so špecifickými genetickými znakmi, génovými a molekulovo-biologickými prvkami individuálne unikátneho mikrobiómu človeka.

Záver

Autori v práci zdôrazňujú význam črevného mikrobiómu aj s genetickým pozadím pre zdravie a celoživotné prosperovanie človeka a to od najranejšieho detstva až do pokročilého veku. Rozhodujúci článok pre jeho dôležitú diverzitu a optimálnu funkčnosť predstavuje výživa a mnohé jej benefitné preventívne pôsobiace zložky. Na prvom mieste tu figurujú kyslomliečne výrobky s cenným obsahom ušľachtilých mikroorganizmov mliečneho kvasenia (probiotiká) a ktoré poskytujú i prebiotikum, hlavne u detí vo forme neresorbovaného menšieho množstva galaktózy s dôležitým bifidogénnym účinkom. Uvádza sa tiež význam cenných prírodných látok rastlinného pôvodu, ktoré obsahom vlákniny poskytujú zdroj energie pre rast a metabolickú aktivitu mikrobioty.

Upozorňuje sa aj na riziko narušenia vyrovnanosti črevnej mikrobioty, často práve nesprávnou výživou, ktoré tesne súvisí s prevalenciou viacerých závažných tzv. civilizačných chorôb v populácii. Poukazuje sa i na nový spôsob účinnej biologickej liečby „fekálnou mikrobiálnou terapiou“ u nešpecifických zápalových, ale aj infekčných chorôb čriev s perspektívou jej uplatnenia i u viacerých metabolických a degeneratívnych chorôb.

Podakovanie:

Práca je venovaná 100. jubileu založenia Univerzity Komenského v Bratislave a bola podporená aktivitami Výskumného zámeru PROGRES Q29/LF1.

Konflikt záujmov: žiadny.

LITERATÚRA

1. Čemická J. Čo je to črevný mikrobióm a aký má význam v našom tele? [online]. Bratislava: IPPM; 2019 [cit. 2019-12-10]. Dostupný z: <https://www.symprove.sk/co-je-to-crevny-mikrobiom-a-aky-ma-vyznam-v-nasom-tele/>.
2. Mowat AM, Agace WW. Regional specialization within the intestinal immune system. *Nat Rev Immunol.* 2014 Oct;14(10):667-85.
3. Tóhátyová A, Kuchta M, Schusterová I, Strömplová D, Jopová E. Kolonizácia novorodenca a jej vplyv na vznik obezity. *Pediatrics (Bratisl.)* 2014;9(3):150-3.
4. Kuchta M, Mikuš M. Vývin črevnej mikrobioty, jeho ovplyvnenie výživou a probiotikami. *Gastroenterol Prax.* 2014;13(3):145-50.

5. Maťašová K. Mikrobiálne osídlenie tráviaceho traktu u novorodenca. *Pediatrica (Bratisl.)* 2009;4(1):31-4.
6. Chovancová D. Bonding - význam pre matku a dieťa (Odporúčaný postup). *Gynekol Prax.* 2017;15(1):56-60.
7. Hrubý S, Turek B. Hygienická problematika mikrobiológie tráviaceho ústroja u človeka. Praha: Avicenum; 1989.
8. Radvánszky J. Črevná mikrobiológia - čo znamená pre nás a čo pre ňu môžeme znamenať my? *NewsLab.* 2019;10(1):61-2.
9. Vyšetrenie.sk [online]. Bratislava: Zoznam; 27.11.2017 [cit. 2019-12-10]. Radvánszky J. Črevný mikrobióm je stále veľkou záhadou. Dostupný z: <https://vysetrenie.zoznam.sk/cl/1001047/1669113/Genetik-Jan-Radvanszky-Crevny-mikrobiom-je-stale-velkou-zahadou>.
10. Vogtmann E, Goedert JJ. Epidemiologic studies of the human microbiome and cancer. *Br J Cancer.* 2016 Feb 2;114(3):237-42.
11. Hlavatý T. Fekálna mikrobiálna transplantácia je nová účinná liečba ulceróznej kolitídy; črevná mikrobiológia a ulcerózna kolitída. In: RUŽGAD. Ružinovský gastroenterologický deň 5. ročník: program a zborník abstraktov; 2017 Nov 10; Bratislava. Bratislava: SGS; 2017.
12. Sarvašová M, Koščálová A, Sabaka P, Stankovič I. Fekálna mikrobiálna terapia v manažmente recidivujúcej klostrídiovej kolitídy. *Via practica.* 2019;16(1):16-9.
13. Duarte-Chavez R, Wojda TR, Zanders TB, Geme B, Fioravanti G, Stawicki SP. Early results of fecal microbial transplantation protocol implementation at a community-based university hospital. *J Glob Infect Dis.* 2018 Apr-Jun;10(2):47-57.
14. Draper LA, Ryan FJ, Smith MK, Jalanka J, Mattila E, Arkkila PA, et al. Long-term colonisation with donor bacteriophages following successful faecal microbial transplantation. *Microbiome.* 2018 Dec 10;6(1):220.
15. Polívka I, Glončáková B, Galis O, Škárka B. Bifidobaktérie ako potravinárske aditívum. *Mliekarstvo.* 1993;24(1):15-20.
16. Ferenčík M, Ebringer L. Možnosti využitia probiotík v prevencii a terapii alergických chorôb. *Alergie.* 2002;4(1):48-54.
17. Hrubý S. Význam zakysaných mliečnych výrobkov pro naše zdravie. *Výživa.* 1994;49(3):83-4.
18. Hrubý S. Metabolické poruchy a mikrobiológia tráviaceho ústroja u človeka. *Výživa a potraviny.* 1997;52(4):105-7.
19. Klucho J. Črevná mikrobiológia a jej vplyv na imunitný systém človeka. *Farmi - z klinickej praxe.* 2014;(2):8-10.
20. Kajaba I, Hrušovský Š, Gazdík K, Ševčíková J, Jurkovičová J, Babjaková J. Metabolické poruchy - možnosti ich korekcie prírodnými látkami vo výžive. In: Jurkovičová J, Štefániková Z, editors. *Životné podmienky a zdravie: zborník vedeckých prác.* Bratislava: Úrad verejného zdravotníctva SR, 2014. s. 123-33.
21. Kuchta M, Ďurošková Z. Probiotika a gastroenterológia. *Gastroenterol Prax.* 2017;16(4):167-73.
22. Staruch L, Kajaba I, Sirotná Z. Možnosti zvýšenia biologickej hodnoty mäsových výrobkov ušľachtilou kultúrou probiotických baktérií. *Lekár Obzor.* 2017;66(2):66-71.
23. FAO/WHO. Report of Joint FAO/WHO Expert consultation on Evaluation of Health and Nutritional properties of Probiotics in Food. Geneva: FAO/WHO; 2001.
24. Hájová E, Šoltésová A, Salaj R, Kuzma J. Preventívny účinok prebiotického Inulínu a *Lactobacillus plantarum* LS/07 pri akútnej kolitíde. In: Jurkovičová J, Štefániková Z, editors. *Životné podmienky a zdravie: zborník vedeckých prác.* Bratislava: Úrad verejného zdravotníctva SR, 2015. s. 174-80.
25. Elwood PC. Time to value milk. *Int J Epidemiol.* 2005 Oct;34(5):1160-2.
26. Elwood PC, Pickering JE, Fehily AM. Milk and dairy consumption, diabetes and the metabolic syndrome: the Caerphilly prospective study. *J Epidemiol Community Health.* 2007 Aug;61(8):695-8.
27. Kaplan NM. The deadly quartet. Upper-body obesity, glucose intolerance, hypertriglyceridemia, and hypertension. *Arch Intern Med.* 1989 Jul;149(7):1514-20.
28. Yoshida N, Yamashita T, Hirata KI. Gut microbiome and cardiovascular diseases. *Diseases.* 2018 Jun 29;6(3). pii: E56. doi: 10.3390/diseases6030056.
29. Koliada A, Syzenko G, Moseiko V, Budovska L, Puchkov K, Perederiy V, et al. Association between body mass index and Firmicutes/Bacteroidetes ratio in an adult Ukrainian population. *BMC Microbiol.* 2017 May 22;17(1):120.
30. Davis CD. The gut microbiome and its role in obesity. *Nutr Today.* 2016 Jul-Aug;51(4):167-74.
31. Mathur R, Barlow GM. Obesity and the microbiome. *Expert Rev Gastroenterol Hepatol.* 2015;9(8):1087-99.
32. Barlow GM, Yu A, Mathur R. Role of the gut microbiome in obesity and diabetes mellitus. *Nutr Clin Pract.* 2015 Dec;30(6):787-97.
33. Komaroff AL. The microbiome and risk for obesity and diabetes. *JAMA.* 2017 Jan 24;317(4):355-6.
34. Kretowski A, Ruperez FJ, Ciborowski M. Genomics and metabolomics in obesity and type 2 diabetes. *J Diabetes Res.* 2016;2016:9415645.
35. Harsch I, Konturek PCh. The role of gut microbiota in obesity and type 2 and type 1 diabetes mellitus: new insights into "old" diseases. *Med Sci (Basel).* 2018 Apr 17;6(2). pii: E32. doi: 10.3390/medsci6020032.
36. Stadlbauer V, Leber B, Lemesch S, Trajanoski S, Bashir M, Horvath A, et al. *Lactobacillus casei* Shirota supplementation does not restore gut microbiota composition and gut barrier in metabolic syndrome: a randomized pilot study. *PLoS One.* 2015 Oct 28;10(10):e0141399. doi: 10.1371/journal.pone.0141399.
37. Šturdík I, Sarvašová M, Jalali Y, Krajčovičová A, Tóth J, Koller T a spol. Fekálna mikrobiálna transplantácia pri ulceróznej kolitíde - naša prvá skúsenosť. *Gastroenterol Prax.* 2019;18(1):32-5.
38. Kiňová Sepová H, Dudík B, Bilková A. Črevná mikrobiota: jej vývin a vzťah k vzniku niektorých ochorení. *Čes Slov Farm.* 2017;66(6):267-73.
39. Bertková I. Vplyv črevnej mikrobioty na mozgovú funkciu a mentálne zdravie. In: Jurkovičová J, Štefániková Z, editors. *Životné podmienky a zdravie: zborník vedeckých prác.* Bratislava: Úrad verejného zdravotníctva SR, 2019. s. 328-34.
40. Ridaura V, Belkaid Y. Gut microbiota: the link to your second brain. *Cell.* 2015 Apr 9;161(2):193-4.
41. Swanson HL. Drug metabolism by the host and gut microbiota: a partnership or rivalry? *Drug Metab Dispos.* 2015 Oct;43(10):1499-504.
42. Šturdík I, Hlavatý T, Payer J. Fekálna mikrobiálna terapia. *Vnitr Léč.* 2016;62(2):147-51.
43. Costello SP, Hughes PA, Waters O, Bryant RV, Vincent AD, Blatchford P, et al. Effect of fecal microbiota transplantation on 8-week remission in patients with ulcerative colitis: a randomized clinical trial. *JAMA.* 2019 Jan 15;321(2):156-64.
44. Narula N, Kassam Z, Yuan Y, Colombel JF, Ponsioen C, Reinisch W, et al. Systematic review and meta-analysis: fecal microbiota transplantation for treatment of active ulcerative colitis. *Inflamm Bowel Dis.* 2017 Oct;23(10):1702-1709.

Došlo do redakcie: 14. 10. 2019

Přijato k tisku: 10. 12. 2019

Doc. MUDr. Igo Kajaba, PhD.

CarnoMed

Partizánska 2

811 03 Bratislava 1, Slovenská republika

E-mail: igo.kajaba@gmail.com