

V prírode existuje mnoho ekosystémov, vodný ekosystém, pôdny ekosystém, rastlinný ekosystém a mohli by sme pokračovať donekonečna. Na planéte však existujeme aj my, ľudia. Pre mikroorganizmy sme ekosystémom rovnako. Čo vlastne ekosystém je. Ekosystém je spoločenstvo žijúcich organizmov, ktoré medzi sebou navzájom interagujú. Interakcie sa však dejú aj s neživými časťami ekosystému. Vždy je však v interakcii aspoň jeden žijúci organizmus. Dobrým príkladom ekosystému je prales kde interaguje množstvo živých organizmov, vrátane živočíchov, rastlín a neživých častí prírody, akými sú slnečné lúče, vzduch, horniny alebo voda.

Ľudské telo je pre mikroorganizmy obrovským ekosystémom. Je to domov miliárd baktérií, vírusov, húb a iných drobných mikroskopických organizmov. Spoločne vytvárajú ekosystém, spoločenstvo, ktoré nazývame ľudský mikrobióm. Pri skúmaní celkového spoločenstva mikroorganizmov, založených na základe multi-genomických štúdií sa zistilo, že žiadne dva rovnaké mikrobiómy neexistujú. Pre vysvetlenie môžeme použiť odtlačky prstov, dúhovku očí alebo DNA. Ani tu neexistujú dvaja rovnaký jedinci. V závere to znamená, že každý z nás nesie na sebe a v sebe svoj jedinečný mikrobióm, resp. svoje unikátne mikrobiálne spoločenstvo.

Mikroorganizmy boli prvý obyvatelia našej planéty. Na svete existujú už viac ako 3,5 miliardy rokov. To z nich činí najstaršie organizmy sveta. V preklade to znamená, že sa s človekom, ale aj inými organizmami vyvíjajú už milióny rokov. Ako sa menili organizmy, spolu s nimi sa menila aj mikrocenóza ostatných organizmov. V princípe je dôležité pochopiť, že žijeme s mikroorganizmami v určitom nerozlučiteľnom spojení. Ich likvidácia by zlikvidovala aj nás samotných. Je nutnosťou, a stále do popredia sa dostávajúcou informáciou, že mikroorganizmy potrebujeme na to, aby sme boli v dobrej zdravotnej kondícii a mikroorganizmy samotné potrebujú prostredie v ktorom dokážu prežívať. Musíme si uvedomiť, že mi samotný sme zdrojom potravy pre mikroorganizmy, a my samotný im dodávame množstvo energie vo forme stravy, ktorú prijímame.

Štúdium ľudského mikrobiómu je zatiaľ v plienkach, ale je to jeden z najprogressívnejších vedeckých oborov dnešnej doby. Častokrát sa ľudský mikrobióm spája so slovom orgán. A to oprávnene, pretože sa na základe množstva štúdií zjavne preukázala interakcia človeka s mikroorganizmami. Dnes sa študuje ako tieto mikroorganizmy v našom tele pracujú a aký vplyv naň má toto konkrétne zloženie mikrobiómu. Študuje sa vplyv baktérií na mikroskopické huby a opačne. Huby a baktérie, žijú bok po boku už milióny rokov. V rámci tohto času si huby vytvorili množstvo mechanizmov, ako napr. likvidovať baktérie. Práve štúdiom húb sa objavilo množstvo antibiotických látok, ktoré dnes používame v boji proti patogénnym baktériám. Objavom antibiotík sa preto zachránilo nespočetné množstvo ľudí. Antibiotiká však likvidujú aj prospešné baktérie, hlavne ak sa jedná o antibiotiká so širokým

spektrum účinku a taktiež vďaka ich neodôvodnenému používaniu. Rovnako antimikrobiálne mydlá majú rovnaký účinok na prospešné mikroorganizmy osídľujúce kožu. Štúdie ukazujú, že používanie antimikrobiálnych preparátov majú obrovský vplyv na zloženie, resp. diverzitu mikrocenózy. Je preukazné, že sa diverzita znížila, a dnes na nás a v nás žije oveľa menšie zastúpenie druhov ako v minulosti.

Existuje množstvo mikroorganizmov, ktoré dokážu ohroziť zdravie, avšak na druhej strane, existujú aj také, ktoré nás naopak chránia. Tisíce druhov baktérií žije v nás aj na nás. Zatiaľ sme len na začiatku chápania v akom vzťahu sú tieto mikroorganizmy k nám. Vieme, ktoré mikroorganizmy spôsobujú ochorenia. Vieme, ktoré mikroorganizmy sú s nami v prospešnom vzťahu. Sme však na začiatku s pochopením vzťahov medzi samotnými baktériami a učíme sa a zisťujeme stále nové podrobnosti a objavujeme nové významy už objavených druhov. Zisťujeme napríklad, že niektoré druhy nám pomáhajú tráviť potravu, alebo ochraňujú ústnu dutinu, resp. zuby pred vznikom zubného kazu.

Snažíme sa pochopiť akú úlohu zohrávajú mikroorganizmy vo vzťahu k nášmu zdraviu. Vzťahy medzi nami a mikroorganizmami sú oveľa komplikovanejšie ako sa zdá. Názor: „Tieto sú zlé a tieto prospešné“ sme už prekonali. Efekt mikroorganizmov na ľudí závisí na mnohých faktoroch. Najdôležitejším je množstvo mikroorganizmov, ktoré sa v tele alebo na ňom vyskytujú. Ďalším sú podmienky v ktorých mikroorganizmy žijú, to znamená aké podmienky my mikroorganizmom vytvárame. Čo je vlastne kľúčom v týchto vzťahoch? Rovnováha.

V nasledujúcich riadkoch si opíšeme niektoré druhy, u ktorých sa prišlo na niekoľko zaujímavostí vo vzťahu k človeku, resp. opíšeme zopár častí - ekosystém človek.

Koža

Možno nebude prekvapením, že na našej pokožke žije rozmanitá populácia mikroorganizmov. To je spôsobené hlavne tým, že koža je najviac vystavená vonkajšiemu prostrediu, ktoré mikrobiálnym životom prekvitá. Na našej pokožke žije vyše 1000 bakteriálnych druhov, niekoľko desiatok mikroskopických húb a iných organizmov. Väčšina z nich nie sú zdraviu škodlivé, práve naopak, mnohé z nich sú práve naši ochrancovia. Živia sa odumretými kožnými bunkami, ktoré sa odlupujú počas nášho života a tvoria vrchnú vrstvu kože. Bránia nás proti iným škodlivým mikroorganizmom iba svojou prítomnosťou, tzn. Obsadzujú miesta, ktoré by mohli byť obsadené druhmi nebezpečnými. Niektoré z nich produkujú aj protekčné látky. Jedným z takých organizmov je aj *Bacillus subtilis*, ktorý žije na povrchu kože a produkuje bacitracín. Bacitracín, je antimikrobiálna látka, ktorá inhibuje rast a rozmnožovanie iných nebezpečných mikroorganizmov. Existujú aj štúdie, v ktorých sa

odhaduje, že ak by *Bacillus subtilis* neprodukoval antimikrobiálne látky, alebo by bol z nejakých príčin vyhubený, je možné že by sme boli porastený mikroskopickými hubami a dlho by sme neprežili. Na základe objavu tejto látky vzniklo množstvo antimikrobiálnych mastí použiteľných na kožu pri infekciách. Jednou z infekcií kože je aj tzv. atletická noha, ktorú spôsobujú mikroskopické huby.

Tráviaci systém

Najznámejším druhom spojeným s tráviacim systémom je baktéria druhu *Helicobacter pylori*. Je to baktéria, ktorá spôsobuje celý rad ochorení. Zistilo sa že je príčinou gastritídy, čo je v podstate podráždenie alebo zápal žalúdočnej steny. Bolo objavené že zapríčiňuje vznik vredov na žalúdku. Výsledkom týchto objavov bola Nobelová cena pre objaviteľov. Dlhý čas sa myslelo, že vredy vznikajú z nadmerného množstva kyseliny a zo stresu. Antibiotická liečba dokonale odstránila tento problém, vredy sa v dnešných vyspelých krajinách liečia práve nimi. Znížila sa tak aj pravdepodobnosť vzniku rakoviny žalúdka. Na druhej strane si vedci dnes už myslia, že *H. pylori* nezohráva v organizme iba negatívnu úlohu. Práve naopak, zisťuje sa jeho pozitívny vplyv. Vedci dospeli k tomuto názoru kvôli vzostupnému trendu iných ochorení, ktoré súvisia so stratou *H. pylori*. Mnohé štúdie naznačujú, že likvidácia *H. pylori* z organizmu má na svedomí vznik astmy, alergií, rakoviny alebo iných ochorení spojených s trávením. Z toho vyplýva, že nie *H. pylori* je príčinou ochorení ale práve mikrobiálna alebo nerovnováha v organizme má za príčinu, že sa *H. pylori* môže podieľať na vzniku týchto ochorení. Vzťahy sú opäť komplikovanejšie ako sa na začiatku zdalo, preto je silná potreba identifikovať tieto interakcie, aby sme lepšie pochopili konkrétny problém.

Ústna dutina a dýchacie cesty

Kto by nepoznal zápaly hrdla. Bolestivé zápaly, ktoré spôsobujú baktérie. Jedným z nich je aj *Streptococcus pyogenes*. Rovnaká baktéria môže spôsobovať aj iný typ ochorenia srdca. V skutočnosti existuje viac ako 50 druhov v rode *Streptococcus*. Mnohé z nich žijú v ústnej dutine, dýchacích cestách a iných orgánoch. Niektoré druhy, ako napr. spomínaný *Streptococcus pyogenes* dokáže spôsobovať ochorenia od ústnej dutiny až po zápaly pľúc. Ukazuje sa však, že niektoré iné druhy z tohto rodu sú prospešnými bojovníkmi v rámci samotného rodu *Streptococcus*. Existuje druh *Streptococcus salivarius*, ktorý sa považuje za potenciálne nebezpečnú baktériu pre imunitne oslabených jedincov, to však iba v tom prípade ak sa dostane mimo ústnej dutiny alebo dýchacích ciest. V ústnej dutine plní úlohu protekčnej baktérie, kde dokáže predchádzať zápalom ústnej dutiny alebo tvorbe zubného kazu.

Hrubé črevo

V hrubom čreve žije obrovský počet mikroorganizmov. Zistilo sa, že je to viac ako kdekoľvek inde v ľudskom tele. Väčšina z nich nepotrebuje k životu kyslík. Prevažne sa jedná o druhy, ktoré energiu získavajú kvasením, tzv. nedokonalým spaľovaním organických látok. Jedným z týchto organizmov je aj rod *Bacteroides*, ktorý je jedným z najpočetnejších druhov baktérií. Mimo gastrointestinálneho traktu môže spôsobovať ochorenia, ktoré spôsobujú bolestivé opuchy brucha, mozgu, pečene, panvy alebo pľúc. Rovnako môžu spôsobiť aj bakteriémiu, infekciu krvi. V hrubom čreve však rozkladajú sacharidy, tvoria enzýmy pre konkrétne potraviny, resp. látky a energiu získavajú z týchto potravín. Jeden z týchto druhov v rode *Bacteroides* stimuluje imunitné T-bunky. Tie udržiavajú na uzde tzv. zápalové T-bunky, ktoré môžu spôsobiť kolitídu alebo iné poruchy trávenia. Veci prichádzajú na možné vzťahy medzi tým čo je v našom intestinálnom trakte a tendenciou niektorých ľudí trpieť obezitou. Štúdie naznačujú, že v mikrobióme chudých a obéznych ľudí je veľký rozdiel. Rovnako sa zistilo, že zloženie mikrobiómu má výrazný vplyv na nálady myší. Ukazuje sa, že aj mikrobióm hrubého čreva môže mať vplyv na depresiu. Jednoznačne však niet pochýb o tom, že mikrobióm hrubého čreva zohráva v našom živote dôležitú úlohu.

Byť zdravý, znamená mať mikrobióm v rovnováhe

Od začiatku nášho života, od kedy sme sa narodili sme v ustavičnom styku s mikroorganizmami. Naš mikrobióm rastie a mení sa s nami. Reflektuje miesto kde žijeme, kde ideme, čo robíme a čo jeme. Dnes už trochu chápeme, že diverzita a rovnováha druhov mikrobiómu sú neoddeliteľnou súčasťou zdravého imunitného systému. Niektorí vedci si myslia, že narodené deti, ktoré neprichádzajú do styku s mikroorganizmami z prírody, z ktorej pochádzame aj my, sú často náchylné na vznik rôznych alergií, astmy a ekzémov alebo iných problémov. Sme z prírody, žime s ňou. Často krát sa snažíme od prírody akoby oddeliť, vyčleniť sa z jej radov... To sa nám ale nikdy nepodarí, pretože sme jej súčasťou. Preto je veľmi dôležité starať sa o svoj mikrobióm ako keby to bol jeden z ďalších orgánov. Iba tak sa nám podarí viesť dlhý a kvalitný život.

Literatúra:

1. Liu, WT, Yang, YL, Xu, Y., Lamsa, A., Haste, NM, Jang, JY, ... & Pevzner, PA (2010). Imagingová hmotnostná spektrometria intraspeciálnej metabolickej výmeny odhalila kanibalistické faktory *Bacillus subtilis*. *Zborník Národnej akadémie vied*, 107 (37), 16286-16290.
2. Wong, BCY, Lam, SK, Wong, WM, Chen, JS, Zheng, TT, Feng, RE, ... & Fong, DYT (2004). Odstránenie *Helicobacter pylori* na prevenciu rakoviny žalúdka vo

vysokorizikovom regióne Číny: randomizovaná kontrolovaná štúdia. *Jama* , 291 (2), 187-194.

3. Chan, FK, To, KF, Wu, JC, Yung, MY, Leung, WK, Kwok, T., & Woo, J. (2002). Eradikácia *Helicobacter pylori* a riziko peptických vredov u pacientov, ktorí začali dlhodobú liečbu nesteroidnými protizápalovými liekmi: randomizovaná štúdia. *The Lancet* , 359 (9300), 9-13.
4. Lamagni, TL, Darenberg, J., Luca-Harari, B., Siljander, T., Efstratiou, A., Henriques-Normark, B., & Koliou, M. Epidemiológia závažnej choroby spôsobenej *Streptococcus pyogenes* v Európe. *Journal of Clinical Microbiology* , 46 (7), 2359-2367.
5. Burne, RA, & Markýz, RE (2000). Výroba alkálií ústnymi baktériami a ochrana pred zubným kazom. *FEMS mikrobiologické listy* , 193 (1), 1-6.
6. Troy, EB, & Kasper, DL (2010). Pozitívne účinky polysacharidov *Bacteroides fragilis* na imunitný systém. *Hranice v biologii: časopis a virtuálna knižnica* , 15 , 25.
7. Ilustračný obrázok: citované zo zdroja
- <https://www.sott.net/article/318261-Dr-Justin-Sonnenburg-Is-a-disrupted-gut-microbiome-at-the-root-of-modern-disease> (Obrázok prerobil Ing. Lukáš Hleba, PhD., 2018)