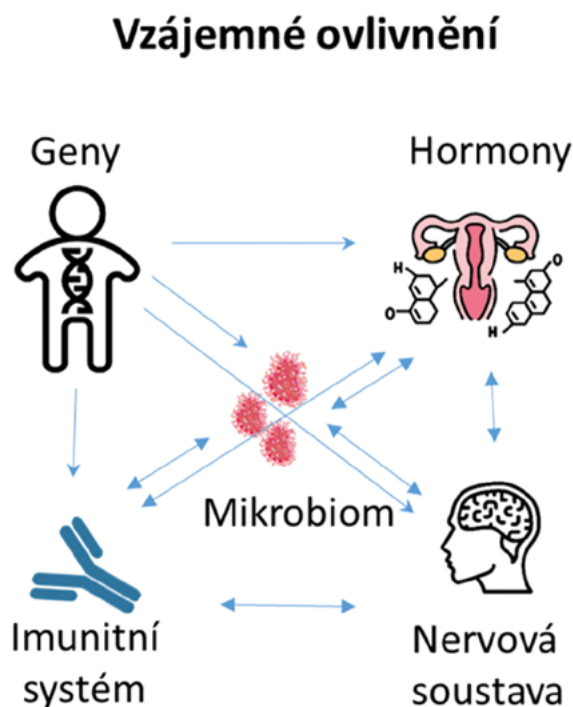


Obr. 1. Vztahy mikrobiomu v organismu (převzato z (2))



úrovních (3). Jde o úroveň buněk (mikroskopie, kulturomika), úroveň genetické informace (metagenomika), genové exprese a proteinů (metatranskriptomika, metaproteomika) nebo oblast mikrobiálních metabolitů (metabolomika).

Střevní mikrobiom je tvořen dominantně dvěma hlavními kmeny bakterií. Jedná se o kmeny *Bacteroidetes* (nyní *Bacteroidota*) a *Firmicutes* (nyní *Bacillota*), které jsou víceméně asociovány se „zdravým“ složením střevního mikrobiomu a jejich kvantifikace se často vyjadřuje jako jejich poměr, tzv. F/B ratio. Z dalších kmenů jsou zastoupeny *Actinobacteria*, *Fusobacteria*, *Verrucomicrobia* nebo *Proteobacteria*. Nejméně zastoupená je skupina pathobiontů, tedy symbiotických bakterií, které v určitých podmínkách mohou působit patogenně, např. *Salmonella* spp., *Shigella* a *Escherichia coli* (4). Kromě střevního mikrobiomu existuje i řada dalších mikrobiomů přítomných v jiných částech organismu (mikrobiom ústní, kožní, urogenitální, respirační atp.).

Jak je již z úvodu zjevné, mikrobiom, včetně toho střevního, je komplexní systém, který se navíc v čase u jedince mění (intraindividuelní variabilita), a to v souvislosti se zevními vlivy, stravovacími návyky, stresem a řadou dalších životních okolností, které činí celý výzkum v této oblasti velice náročným. V podstatě již určit, jak vypadá „zdravý“ střevní mikrobiom nelze s jistotou nikdy, protože se může měnit u jednoho jedince v různých obdobích a vlivem mnoha okolností (5). O to náročnější je hodnocení mikrobiomu u jednotlivých onemocnění, kde do hry vstupuje vliv nemoci a řady patofyziologických důsledků a komplikací chorob, stejně jako samotná léčba a její reciproční vliv na mikrobiom jako takový.

I přes tyto obtíže však narůstá objem dat v jednotlivých oborech a rozvíjí se snahy využít poznatky k diagnostice, predikci prognózy nemoci a odpovědi na léčbu nebo k léčbě samotné přímým ovlivněním mikrobiomu. Poznatky s možnou praktickou aplikací se kromě

ústředního mikrobiomu střevního objevují u řady závažných nemocí (karcinom pankreatu) například i u mikrobiomu dutiny ústní (6). Výzkum probíhá často na modelech zvířecích (myších), kde se hodnotí také efekty různých intervencí (FMT – fekální mikrobiální transfer), kdy se přenese stolice nemocných do sterilních zvířecích modelů. I přes rozšiřující se poznání jsou dosavadní výsledky rozporuplné a do rutinní klinické praxe se zatím nedostaly. Problémem je jednak výše zmíněná intra- i interindividuální variabilita, obrovské množství ovlivňujících interakcí a také řada epigenetických faktorů, které jsou dnes cílem výzkumných projektů (7). Do budoucna se jeví využití poznatků spíše k personalizované diagnostice a léčbě než plošnému podávání určitých bakterií či jejich produktů na jednu diagnózu, tak jak to známe dnes u léčby mnoha onemocnění.

V oblasti léčby se nabízí různá probiotika, prebiotika, postbiotika, synbiotika nebo FMT, jako již etablovaná metoda v léčbě střevních infekcí způsobených bakterií *Clostridiodes difficile*, a kde jsou určitá data pro použití i u jiných onemocnění (IBD – Inflammatory Bowel Disease/ idiopatické střevní záněty, syndrom dráždivého tračníku). Ve vývoji je i řada probiotik uměle vytvořených, jedno-kmenová bioterapeutika („next generation probiotics“) nebo například použití bakteriofágů k selektivní eliminaci určitého typu střevní bakterie (8, 9).

V tomto článku jsme se zaměřili na příklady častých diagnóz a ukázky současných poznatků v některých oblastech. Záměrně jsme se v tomto případě vyvarovali toho, co můžeme nalézt v mnoha původních pracích, ale i metaanalýz a systematických review, tedy seznamů řady bakterií u různých onemocnění, které mají více či méně prokázanou souvislost s daným onemocněním. V základu je mnohdy nejasné, zda přerůstání či chybění určitých druhů je příčinou či důsledkem nemoci nebo jiných faktorů, rozsáhlé longitudinální studie nebo randomizované zaslepené studie v případě intervencí zde mnohdy chybí.

Kardiovaskulární onemocnění

Interakce mezi střevem a kardiovaskulárním systémem (KV) je na úrovni mikrobů, metabolitů střevních bakterií, autonomního nervového systému, neurohumorálních signálů nebo na úrovni imunitního systému do takové míry, že v roce 2024 byl vytvořen koncept tzv. osy střevo-srdce (10). Kromě role mikrobiomu v patofyziologii aterosklerózy, CKS chronického koronárního syndromu, srdečního selhávání, fibrilace síní a dalších chorob nebo vlivu na farmakokinetiku a farmakodynamiku podávaných léčiv nutno zdůraznit také dopady samotných chorob (hypoperfuze splanchniku, ischemie, kongesce) nebo jejich léčby (statiny, blokátory systému RAAS/renin–angiotenzin–aldosteron, srdeční glykosidy a další) recipročně na střevní mikrobiom, jeho složení a funkci (11).

Dysbalance ve složení střevního mikrobiomu a jeho metabolitů může zasahovat do patofyziologie řady kardiovaskulárních onemocnění. Významnou roli hrají například mastné kyseliny s krátkým řetězcem (SCFA – Short-Chain Fatty Acids), trimethylamin N oxid (TMAO), koprostanol, žlučové kyseliny, indoxylsulfát, fenylacetylglutamin nebo vitamin K. Příjem vlákniny ve stravě se podílí na udržení adekvátního podílu bakterií produkujících SCFA (především acetát, butyrát a propionát). V případě narušení rovnováhy a produkce SCFA dochází k ovlivnění především KV onemocnění v souvislosti se systémovým