

AZ EMBER MINT ÖKOSZISZTÉMA

Az, hogy a bélflóra aktívan részt vesz az emésztésben és egészségünk egyik meghatározó eleme, ma már tankönyvi adat. Az emberi táplálék – elsősorban a növényi eredetű – számos olyan molekulát tartalmaz, ami emészthetetlen, sőt akár káros is lehet az emberi szervezet számára. A bélbaktériumok ezeket képesek lebontani és energiaforrásként hasznosítani. Állatkísérletek is igazolták azt a régi megfigyelést, hogy a mérsékelt éhezés talán minden egyébnél jobban növeli az élettartamot.

2. rész

Ha kutyáknak és egereknek kb. 70%-át adták csak annak a tápláléknak, amennyit maximálisan elfogyasztani képesek, akkor ezek az állatok sokkal tovább éltek, mint azok a társaik, amelyek annyit ettek, amennyit akartak. Mindez persze nem von le semmit az „egészséges életmód” klasszikus követelményeiből (változatos táplálkozás, rendszeres mozgás, stresszkerülés stb.), inkább hozzátesz ahhoz. De hogyan hozhatók mindezzel kapcsolatba a bélbaktériumok? Azok az állatok, amelyeknek mesterségesen sterilizálták az emésztőrendszerét (úgynevezett germ-free állatok), kb. kétszer annyit táplálékot igényeltek azonos testsúly fenntartásához. Miért van ez? A bélflóra számos emészthetetlen táplálékkomponenst képes lebontani, miközben vitaminjellegű anyagokat (K-vitamin, B12-vitamin, folsav, biotin) termel (melyeket szervezetünk felvesz), valamint úgynevezett rövid szénláncú zsírsavakat bocsát ki. Utóbbiak a bélhámsejtek fő szén- és energiaforrásának számítanak. Mindez a vér összetételében is tetten érhető: a már említett germ-free egerek vércépe teljesen különbözik normál társaikétól.

Számos egészségügyi probléma esetén tapasztalták már, hogy a bélflóra – összehasonlítva az egészséges egyedekével – jelentős mértékben különbözik. Igaz ez a 2-es típusú diabéteszre, az ekcémára,

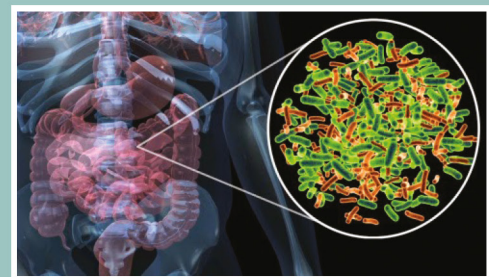
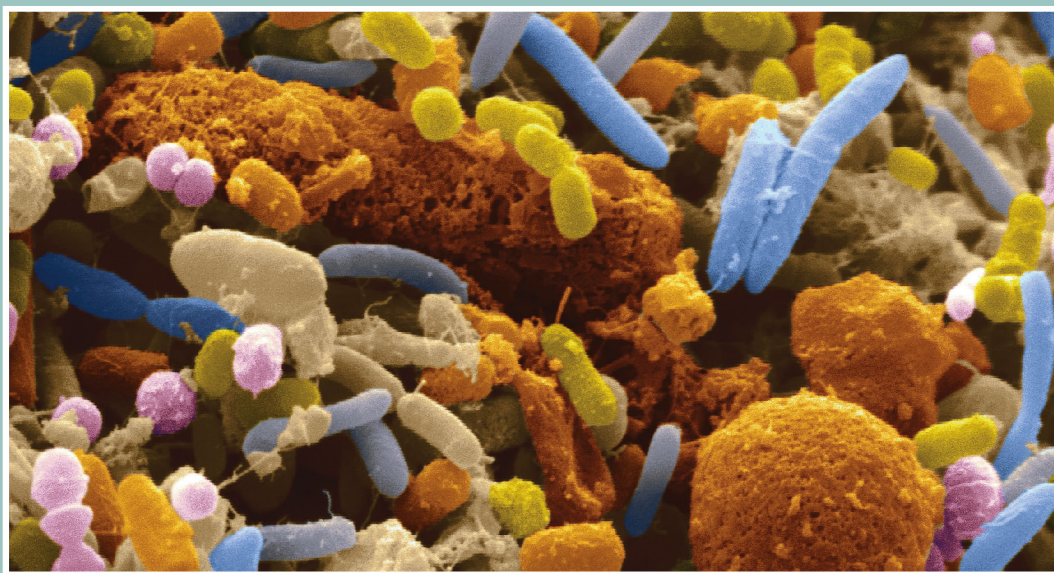


de még az elhízásra is. Az azonban jelenleg is vita tárgya, hogy mindez ok vagy okozat. Néhány konkrét esetet ismerünk csak. Pl. a *Bacteriodes fragilis* jelenléte kifejezetten csökkenti a bélgyulladás (colitis) kialakulásának esélyét, a gyulladásgátló citokinek termelésének fokozása révén. Egy másik érdekes példa a Chronbetegség (szintén bélgyulladás) terjedése Nyugat-Európában. Régebben ezt kifejezetten autoimmun betegségnek gondolták, mára azonban egyre valószínűbb, hogy egy speciális *Escherichia coli* baktériumtörzs (AIEC) áll a háttérben.

E törzs nem tagja a normál humán bélflórának, hanem macskákban és kutyákban él. Nyugat-Európában egyre több a háziállat, melyek egyre szorosabb kapcsolatban élnek gazdáikkal, így nem véletlen, hogy a házikedvencekből átkerülnek a baktériumok gazdájuk szervezetébe.

Hogyan is befolyásolja egészségünket az, hogy milyen baktériumok tenyésznek a bélrendszerünkben? Mitől „jó” vagy „rossz” a bélflóra? A „jó” bélflóra az, amely szimbiózisban él az emberrel, tehát egészséges immunrendszer esetén nem képes kárt okozni, miközben hasznos anyagokat termel. Ilyen számos *Lactobacillus*- és *Bifidobacterium*-faj, illetve bizonyos *E. coli* törzsek. Ezek fizikailag is kitöltik a belet mint élőhelyet, megelőzve a káros, patogén fajok megtelepedését. A különböző baktériumok eltérő immunfolyamatokat indítanak be, ez főleg kisgyerekkorban lehet nagyon fontos, amikor még fejlődik az immunrendszer. Elterjedt hipotézis, hogy a manapság annyira gyakori allergiás reakciók azért alakulnak ki, mert fiatal korban a túl nagy tisztaság miatt nem találkoznak kellő mennyiségű baktériummal, így később az immunrendszer olyan faktorokat is ellenségnek néz, amelyek valójában ártalmatlanok.

Honnan szerezük be a bennünk élő mikrobákat? Megfigyelték, hogy a fiatal állatok (kérődzők, növényevők) gyakran nyalogatják a földet vagy fogyasztják felnőtt társaik ürülékét, ezzel mintegy beoltva bélrendszerüket a megfelelő mikroorganizmusokkal. Embernél sincs ez másképp, még ha nem is ennyire közvetlen a folyamat. A születés során a csecsemő kapcsolatba kerül a szülőcsatorna teljes flórájával, ez az első „kolonizáció”. A legfrissebb adatok szerint azonban mégsem ez a döntő (lsd. császármetszéssel születettek). Szoptatás során az anya bőréből kerülnek be a hasznos baktériumok a csecsemő emésztőrendszerébe. Ráadásul az



anyatej számos immunmoduláló, a hasznos baktériumok növekedését segítő, a károsakét gátló faktort tartalmaz, melyek segítenek „beállítani” a helyes mikrobaösszetételt. Az anyuka emlőjéről és a néhány hetes csecsemő szájából, valamint székletéből lényegében ugyanazokat a fajokat lehet izolálni. Viszont jelentősen különbözött a szoptatással, illetve tápszerral táplált csecsemők bélflórája. Nem meglepő tény, hogy a családtagok közötti mikrobiom-hasonlóság később is megmarad, sőt még a család háziállataival is sok a közös vonás.

Bár a humán bélflórát jelentősen egyéni variabilitás jellemzi, egy egész Európára kiterjedő vizsgálat

azt igazolta, hogy alapjában véve három fő, úgynevezett enterotípus azonosítható. Ezeket az uralkodó baktériumfajok alapján *Bacteriodes*, *Prevotella* és *Ruminococcus* típusoknak nevezzük. A *Bacteriodes* bélflóra elsősorban szénhidrátokat fermentál és „demokratikus”, mert a másik két típus tagjai is viszonylag nagy számban fordulnak elő. Ezzel szemben a *Prevotella* flóra inkább a fehérjeemésztésben vesz részt és igencsak „hegemonisztikus”, mert más fajok alig vannak jelen. A *Ruminococcus* mindkét szempontból a köztes helyet foglal el. Később a vizsgálatokat kiterjesztették az USA-ra

és Japánra és ott is e 3 enterotípust találták. Ami ennél is meglepőbb, hogy a csimpánzok szintén ezekbe a csoportokba sorolhatók be! Úgy tűnik tehát, a 3 enterotípus evolúciósan konzervált, nem csak az emberben, de legközelebbi főemlősrokonaink körében is.

Sokáig az a nézet uralkodott, hogy az egészséges emberben nem élnek gombák, ezeket a normál baktériumflóra kiszorítja és csak az immunrendszer problémái, illetve a baktériumflóra egyensúlyának megbomlása esetén tudnak elszaporodni, betegségeket okozva. Ma már tudjuk, hogy egészséges ember nyálából, foglepedékéből közel 100

féle gomba DNS-e kimutatható, és kb. 15-20 faj rendszeresen ott él mindnyájunk szájában, semmi problémát nem okozva. Sőt kifejezetten veszélyes fajok is fellelhetők (*Candida*, *Aspergillus*, *Fusarium*), melyek szintén nem okoznak tüneteket – ahogy erre a baktériumok esetében is láttunk példákat. A gombák szerepéről még annyit sem tudunk, mint a baktériumokról: lehet, hogy csak egyszerű kommenzalisták, de nincs kizárva a szimbiózis lehetősége sem.

Végül egy érdekes adat a bennünk élő mikrobák genetikájára nézve. Hiába a rengeteg faj, ezek génösszetétele meglepően hasonló: a törzsfeljődésileg igen távol álló fajok enzimmészete alig különbözik pár százalékból. Ennek oka az úgynevezett horizontális géntranszfer: az együtt élő baktériumfajok mintegy átveszik egymástól az adott élőhely kihasználásához szükséges géneket. Mindez a patogének kimutatásában is segítségünkre lehet: ha egy mintában 10-15 „oda nem illő” gén van, akkor feltételezhető, hogy a faj nem tagja a normál flóranak.

A kiterjedt mikrobiom-kutatóknak talán az a legfőbb üzenetük, hogy ne féljünk a velünk, bennünk élő mikroorganizmusoktól, hanem inkább testünk szerves részeként tekintsünk rájuk és – saját egészségünk érdekében – gondoskodjunk róluk, amennyiben szükséges.

DRASKOVITS GÁBOR