

## **Mikrobiom - a betegség és egészség új kulcsa**

Nem az emberé a testében fellelhető sejtek és gének többsége, az albérlők tömegét és jelentőségét mégis csak napjainkban kezdik felfedezni.

A szellemeket okolták az emberek, amikor még nem volt tudományos magyarázat arra, amit nem értettek. Érdeemes ellenállni annak a kísértésnek, hogy a szellemek helyére a mikrobiomot ültessék – figyelmeztette tudóstársait William Hanage, a bostoni Harvard Egyetem járványkutató professzora tavaly nyáron a Nature hasábjain. Okkal, hiszen az emberek beleiben honos apró élőlények együttesét alig néhány éve kutatják komolyan, de máris kiderült, hogy több betegség és állapot – köztük az elhízás, az autizmus, a cukorbetegség, a depresszió, sőt akár bizonyos típusú rosszindulatú daganatok – kialakulását befolyásolhatja. Pedig a kutatóknak egyelőre több a kérdésük, mint a válaszuk azzal a másfél-két kilónyi élőlényrel kapcsolatban, amelyeket mindenki magában és magán hurcol.

A számok meghökkentőek. A mikrobák (mikroszkopikus apró élőlények) sejtjeiből tízszer annyi van az emberi testben, mint annak saját sejtjei, csak jóval kisebbek, ezért össztömegük a kétkilós határon belül marad. Az apróságoknak összesen 150-szer annyi génjük van, mint gazdájuknak, az embernek. Az emésztőrendszer 100 billió albérlőnek ad szállást. Az apró élőlények nagy többsége baktérium, melléjük gombák és a közvélemény által kevésbé ismert archeák (egyszerű egysejtűek) is felsorakoznak. Nagyjából egy százalékuk nem a bélrendszerben, hanem az emberi szervezet más helyein, például a bőrön lakik. A mikroba és a genom szó összevonásával mikrobiomként emlegetett élő tömeget egyes kutatók már egyenesen az emberi szervek közé sorolnák, mert mostanában kezd kiderülni, mennyire fontos szerepe van nemcsak a testi folyamatokban, de akár az idegrendszer működésében is. Sőt akad olyan – vitatott – nézet is, a hologenom elmélete, amely szerint az evolúció eredményének nem is az emberi szervezetet, hanem az ember és a mikrobiom együttesét kellene tekinteni.

Bélflóráról korábban is lehetett hallani (az elnevezés kissé téves, elvégre nem „növényzetről” van szó), s közismertek a probiotikumok is, és pedig nem csak a sokat reklámozott joghurtok révén. Már a belek lakóiról alkotott korábbi ismeretek alapján

is tudták, hogy vannak hasznos mikrobák, amelyek hiányát pótolni kell – ezért adtak probiotikumokat, leginkább hasmenés ellen vagy antibiotikum-kúra után. Mégis, a mikrobiom kutatása csak az utóbbi években kezdődött. Az új keletű lelkesedés előzménye, hogy egy új genetikai vizsgálati módszer, a DNS-szekvenálás hatalmas fejlődése és olcsóbbá válása tette csak lehetővé a mikrobiom részletesebb feltárását. Korábban ez reménytelen volt, mert a szóban forgó mikrobák többsége a hagyományos módszerrel, azaz laboratóriumban kitenyésztve nem vizsgálható, ezek az élőlények az emberi testen kívül nem is élnek meg. Jellemző, hogy az orvosi publikációk legnagyobb nemzetközi adatbázisa, a Pubmed szerint 2004-ben 14, 2014-ben viszont már majdnem 3700 cikk foglalkozott a mikrobiommal.

Bélbaktériumok. Az agyhoz hasonlít?

Az új felismerések közé tartozik, hogy a mikrobiom személyre szabott – bár az túlzás, hogy ez az eltérés az ujjlenyomathoz hasonló egyedi azonosításra is alkalmas lenne. Nem mond ellent a nagy változatosságnak, hogy 2011-ben Peer Bork mikrobiológus vezetésével heidelbergi kutatók három fő béltípust azonosítottak annak alapján, hogy melyik baktériumcsalád alkotja a benti lakosság többségét. Ezek a típusok megtalálhatóak mindegyik földrészen, és egyelőre nem értik, hogy milyen tényezők okozzák a kialakulásukat.

Különbség az ujjlenyomathoz képest, hogy a mikrobiom gyorsan változhat, ha az ember más környezetbe kerül vagy antibiotikumot kap, és többnyire visszaváltozik, amikor az utazó hazaérkezik vagy a kúra véget ér. Mások azt mutatták ki, hogy az egy háztartásban lakóknak többé-kevésbé hasonlít egymásra a mikrobiomja. A hasonlóság ugyanakkor nem teljes, még ikreknél sem. Az apró albérlők megjelenése a születés perceiben kezdődik – a császármetszéssel világra jövőknél másképp, mint azoknál, akik végigjárják a szülőcsatornát –, és a nagyjából végleges lakóközösség kialakulása évekig tart.

A mikrobiom szerepe azért is fontosnak tűnik, mert a belek ideghálózata az agyéhoz foghatóan összetett, olyannyira, hogy akadnak, akik bélagyról vagy – Michael Gershon amerikai biológus 1998-ban megjelent könyvének címe alapján – második agyról beszélnek. Egy 2013-as kísérletből az derült ki, hogy egy bizonyos baktériumkeverék négyheti fogyasztása változást idézett elő az agy fájdalom- és érzelmközpontjában. Ez csak egy példája annak, hogy a kutatók azt sejtik: a mikrobiom változása miatt valamilyen „üzenet” a bél az agynak – derül ki Giulia Enders *Bélügyek* című könyvéből (lásd *Könnyen emészthető* című írásunkat).

A civilizációs betegségek és a mikrobiom között véltek összefüggést felfedezni azok az amerikai kutatók, akik májusban tették közzé: a venezuelai dzsungelben elszigetelten élő janomami törzs tagjainak szervezetében több baktériumfajta lakozik, mint az eddig vizsgált bármelyik, más helyen élő emberében. Ha ez így van, elképzelhető, hogy a civilizációs ártalmaknak kitett emberek egészsége javítható lenne az ősi mikrobiom helyreállításával, amihez ezek az őserdei minták is támpontot adhatnának.

A hangzatos mikrobiom-zendülés címszóval jellemezte januárban a Biology Direct című folyóiratban Rózsa Lajos, Apari Péter és Müller Viktor azt az új elméletüket, mely szerint a szervezet lakói megérik a halál közeledtét. Ennek hatására beszüntetik az addigi együttélést, és helyette – saját maguk utolsó, gyors feltáplálása érdekében – a gazdájuk ellen fordulnak. A hipotézis szerint a különösebb betegség (látszólag ok) nélküli elhalálozások egy része is a mikrobiommal lenne magyarázható.

Könnyen emészthető

„A bőfögés vagy a szellentés talán undorítónak hat, de az ezeket kísérő mozgás olyan finom, mint egy balett-táncosnőé.” Ami pedig a vékonybelet illeti: „Komor alagút helyett valami teljesen másra bukkan az ember: fénylik, mint a bársony, nedves, rózsaszínű, és valahogy finom kinézetű.” Aki ilyen szeretettel ír az emésztéshez fűződő tabukról, nem más, mint egy német orvostanhallgató, az ottani könyvpiac sztárja, az ismeretterjesztés ritka tehetsége. Giulia Enders 2012-ben lett híres, a fiatal kutatók vetélkedőjén, a Science Slam egyik rendezvényén, ahol a résztvevők győztesnek választották maguk közül, tízperces előadása nyomán pedig egy kiadó megrendelte tőle a könyvet. Jó érzékkel: az eredetiben Darm mit Charme (körülbelül: A bájos bél) című, 2014-es munka, amely magyarul most jelent meg Bélügyek címmel, Németországban már több mint egymillió példányban fogyott el, és a nem szépirodalmi kategóriában az év könyve lett.

A könyv kaki-puki témákkal indul, de aztán életviteli tanácsoktól a mikrobiomkutatás érdekességeiig sorra veszi mindazt, amit az emésztésről tudni érdemes. A szórakoztató olvasmány mögött komoly munka rejlik. A terjedelmes irodalomjegyzékből ráadásul az is kiderül, hogy a szerző a legfrissebb kutatási eredményeket is beillesztette munkájába. A doktori disszertációját most író, az egyetem után gasztroenterológusnak készülő diáklány nem is titkolja, hogy másképp képzelel el a tudomány és az átlagemberek viszonyát, mint idősebb pályatársainak egy része: „Néha megrémít, ha a tudósok zárt ajtók mögött vitatkoznak – anélkül hogy a

nyilvánosságot tájékoztatnák.”