

Láthatatlan szövetségeseim

[Bélidegrendszer A bélidegrendszer és a központi idegrendszer szövetsége Szövetségük előnyei](#)

A mikrobiom

A mikrobiom a szerveinkben és testnedveinkben (nyál, gyomornedv, bélnedv) élő **prokarióta élőlények és eukarióta egysejtűek** közössége – régi neve bélflóra, modern megnevezése **mikrobióta**. Régebbi becslések szerint az emberi mikrobiomot körülbelül tízszer annyi sejt alkotja, mint magát az emberi testet. Ugyanezt az arányt egy 2016-os tanulmány közel 1:1-re módosította, de még így is elmondható, hogy egy 70 kg-os testtömegű felnőtt szervezete nagyjából 4×10^{13} számú nem emberi sejtnek, több, mint 1000 fajnak ad otthont. Ez más megközelítésben azt jelenti, hogy a baktériumok a 70 kilogrammos test tömegéből 0,2 kg-ot (200 grammot) tesznek ki, ami a testtömeg 0,3%-a.

A tápcsatornában élő mikrobiom neve **bélmikrobiom**. A következő táblázat adatai szerint a bélcső mikrobiomjának nagyságrendje (a mikroorganizmusok száma) a gyomorban és a vékonybél kezdeti szakaszában a legkisebb (a gyomornedv fertőtlenítő hatásának köszönhetően), és a vastagbélben a legnagyobb. A széklet tömegének 40-60 %-át a mikrobiom alkotói teszik ki.

Szerv, testnedv	Mikrobióta sűrűség (sejt/ml)	Előfordulás nagyságrendje
bőr	$<10^{11} / \text{m}^2$	10^{11}
nyál	10^9	10^{11}
foglepedék	10^{11}	10^{12}
gyomor	10^3 - 10^4	10^7
patkó- és éhbél	10^3 - 10^4	10^7
csípőbél	10^8	10^{11}
remesebél	10^{11}	10^{14}

A bélrendszer mintegy 250-400 m²-es felületen érintkezik a külvilággal (bélcsőüreggel), és ha a kölcsönhatások méretét becsüljük, gondolni kell arra, hogy naponta többször kerül bele táplálék.

TUDOM-E?

A bélmikrobiom összetétele nagy mértékben változik az ember első életévében, és a bélben ekkor kialakuló életközösség meghatározó lehet az ember élete végéig. Ugyan a bélmikrobiom kialakulása már a szülés folyamán megindul, a legnagyobb változások később történnek.

A kezdeti baktérium közösség jellegét a szülés / születés menete határozza meg, azaz az, hogy annak módja hüvelyi (természetes út) vagy császármetszés volt. Császármetszés esetén az újszülött szervezete nem lép kapcsolatba a hüvelyben található baktérium közösséggel, így nem indul be a bélcsőben való megtelepedés. A hüvelyi úton történő szülés eredményeképp az újszülött bélmikrobiomja hasonlít az anya hüvelyét benépesítő baktériumközösségek összetételére (javarészt *Lactobacillus*, *Prevotella* és *Sneathia* baktériumok alkotják). Császármetszés esetén az újszülött bélmikrobiomja leginkább az anya bőrén megtalálható baktériumközösség összetételét idézi (*Staphylococcus*, *Corynebacterium* és *Propionibacterium* dominálja).

A kezdetleges bélmikrobiom kialakulását befolyásolja a sajnos aránylag gyakori koraszülöttség is: ez esetben a szervrendszerek nem megfelelő fejlettsége és a kórházi kezelés során esetlegesen használt antibiotikumok miatt sérülhet a baktériumközösség természetes és egészséges fejlődése. A későbbiekben a születéssel kialakuló kezdetleges bélmikrobiom alapvetően két meghatározó összetételbeli változáson megy át. Az első módosulás a szoptatás beindulásával kezdődik, hiszen az anyatejben található probiotikumok által baktériumok jutnak az újszülött emésztő csatornájába. A második nagyléptékű változás a szoptatásról szilárd étrendre áttéréskor történik. Ekkor a bélmikrobiom összetettebb lesz, egyre jobban hasonlítani kezd egy felnőtt bélmikrobiomjához. A bélmikrobiom összetétele az immunrendszer fejlődését és működését is befolyásolja: egyes fehérvérsejtek (segítő T-sejtek) fejlődéséhez ugyanis elengedhetetlen a rövid láncú zsírsavakat termelő baktériumok jelenléte, és ha ezek hiányoznak vagy nem megfelelő mennyiségben vannak jelen, a T-sejt képzés, és ezzel együtt az érintett immunválaszt szabályozó folyamatok zavart szenvednek.

Két dudás egy csárdában

A tápcsatorna falában azonosítható egy olyan ideghálózat, ami a bélcső szervezetből való kiemelése után is képes olyan feladatok megszervezésére, mint a bélnedv termelésének beindítása és a bélperisztaltika. Mivel abban a szervben helyezkedik el, aminek a működését irányítja, bélidegrendszer a neve.

A **bélidegrendszer** már a csalanózkodban megjelent, és felépítése, szerveződése a törzsféjlődés során nem változott: benne az idegsejtek idegdúcokat és a dúcokat összekötő hálózatot alkotnak – emberben a nyelőcső alsó harmadától a végbélnyílásig, beleértve az epeutak és a hasnyálmirigy területét is. Jellemzője, hogy benne az idegsejtek a dúcoknál nagyobb csoportosulást nem hoznak létre, a központosulás tehát kismértékű. Ezzel ellentétben, az evolúció során később (a laposférgekben) megjelent idegsejthálózat neuronok csoportosulásával **központi idegrendszert** (gerincvelő és agyvelő) alkotott (emberben több milliárd idegsejt részvételével). Az emberi bélidegrendszerben nagyjából 10^8 nagyságrendű neuron van, ami megfelel a gerincvelő szürkeállományában helyet foglaló idegsejtek számának. Mindkét idegrendszernek vannak reflex-körei, amikkel képes a beidegzett szerveket önállóan működtetni.

A bélidegrendszer a bélcső falában két, egymással kapcsolatban lévő idegfonatot hoz létre. Ezek közül a bélüreghez közelebbi a bélhám alatt húzódik, és a **bélhám enzim- és nyálkatermelő tevékenységét** és a hám alatti **erek átmérőjét** szabályozza – ezzel az emésztést, a felszívást szolgálja, valamint befolyásolja a bélcső immunreakcióit is. A távolabbi hálózat a bélfal izomrétegei közé ágyazódik, és a **bélmozgásokat** (bélperisztaltikát) szervezi. A központi idegrendszer mindkét idegfonatot önálló működésébe beleszólhat azoknak a környéki idegeknek a segítségével (lásd vegetatív idegrendszer), amik a bélcsövet érik el (ilyen a bolygóideg és számos gerincvelői ideg). A bélidegrendszer ősi, mint a központi idegrendszer (mely a környéki „nyúlványai” révén éri el a beidegzett szerveket), ezért a bélidegrendszert a szakirodalomban „első agynak” is nevezik (ebben az értelemben az agyvelőnk a „második agy”).

A duett három tagja

A két idegrendszert kölcsönös kapcsolatok kötik össze, amihez – harmadik szereplőként – a **bélmikrobiom** is csatlakozik. A szereplők között információk áramlanak, amik célja a másik fél működésének megváltoztatása. Az információk közvetítői lehetnek idegek, hormonok és más molekulák, úgynevezett faktorok.

1. A bélcső, pillanatnyi állapotának megfelelő hatóanyagokat termel, amik közül számos

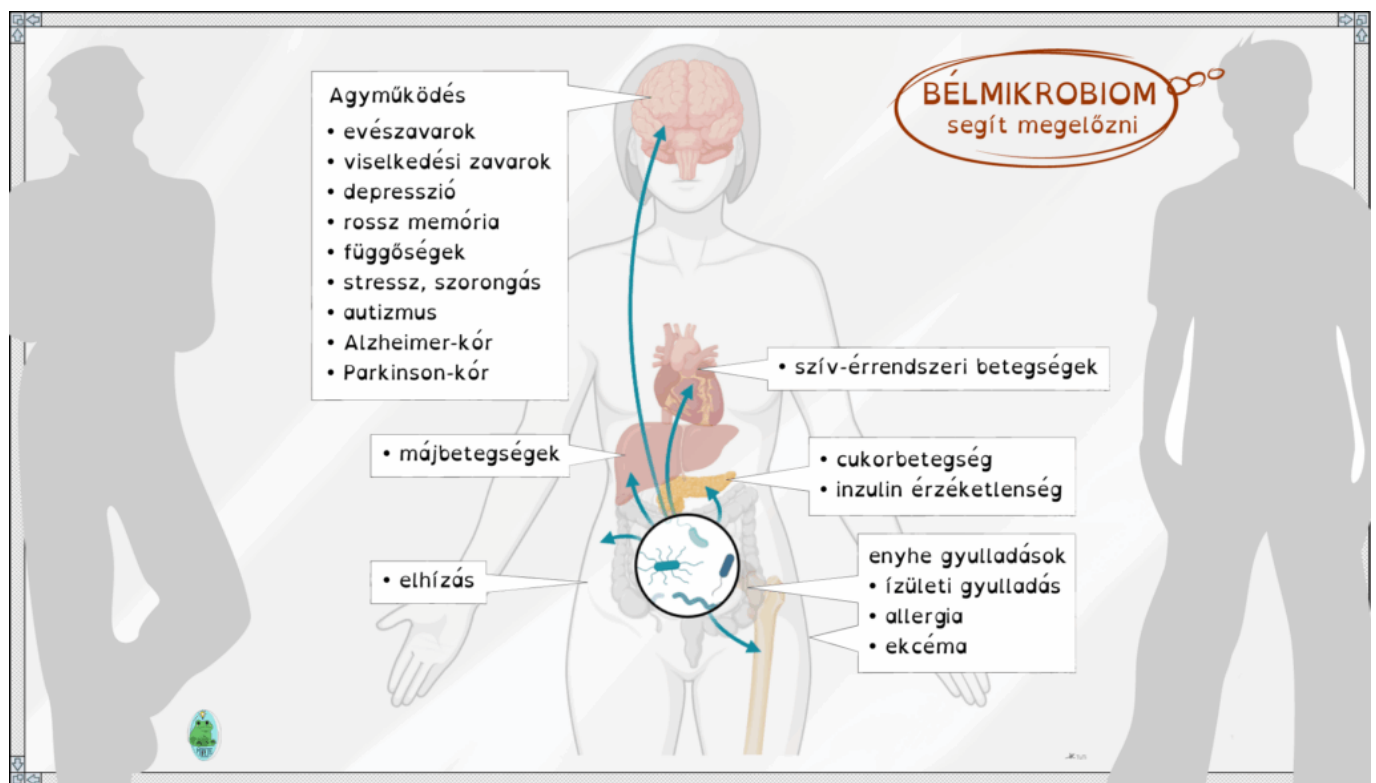
befolyásolja a mikrobiomot. Például az, hogy mit ettünk (milyen összetételű a béltartalom), hatással van a bélmikrobiom működésére (mit termel és mennyit) és összetételére (különbözik az összetétel egy változatos és rostban gazdag, illetve az egyoldalú, rostban szegény étrend esetén).

2. Ennek a fordítottja is igaz: a bélmikrobiom, összetételének megfelelően, más-más hatóanyagokat (faktorokat) termel, amik befolyásolják a bélcső falának tulajdonságait. Ilyen tulajdonság lehet a bélhám hormontermelése, a bélfal korokozókkal szembeni átjárhatósága, a bélidegrendszer állapota (ne feledjük, ez szervezi „helyben” a bélfal minden működését) és az immunsejtek működése.

A fenti kapcsolatok úgynevezett tengelyek mentén valósulnak meg: a tengely neve az információáramlás irányát tükrözi. Léteznek:

- **mikrobiom-bélidegrendszer-agy tengely:** ennek mentén a bélmikrobiom és a bélidegrendszer hat az agyműködésre;
- **agy-bélidegrendszer-mikrobiom tengely:** ennek mentén az agyműködés hat a bélidegrendszerre és azon keresztül a mikrobiomra.

A szövetség előnyei



A bélmikrobiom alkotók között vannak **hasznosak**, „**kétarcúak**” (körülményektől függően lehetnek károsak és hasznosak is) és **károsak** (például káros anyagcsere-termékeket termelők) is. A szervezetünkben való lét mindegyik számára előnyös, hiszen tőlünk mindhárom csoport tagjai táplálékot kapnak: még az utóbélben élőkhöz is eljutnak növényi rostok, amik számukra emészthetők. Azzal, hogy a tápcsatorna által biztosított élőhelyeket benépesítik, mindegyik részt vesz annak megakadályozásában, hogy idegen, a külvilágból származó faj telepedjen meg az emésztő rendszerünkben.

A **hasznos bélmikrobiom** alkotók a következőket nyújtják nekünk:

- **segítik az emésztést**, például olyan anyagokat termelnek, amik fokozzák a bélperisztaltikát;

- **előállítanak** számunkra A, B, C és K **vitaminokat**, köztük B12 és B9 vitamin (folsavat);
- a vastagbélbe jutott növényi rostokból olyan rövid szénláncú zsírsavakat termelnek, amik felszívódva **jókékon befolyásolják**
 - a szervezet **cukor-háztartását** és **zsír anyagcseréjét**,
 - az **immunrendszer működését**,
 - az **agyműködést** (viselkedést, hangulatot, memóriát).

Az, hogy mit eszünk, meghatározza azt, hogy milyen a béltartalmunk. Ez utóbbi közvetlenül befolyásolja a bélmikrobiom összetételét, ezzel a működését is. A mikrobiom faktorai hatással vannak a bélhám átjárhatóságára (milyen anyagok kerülnek be a bélüregből a szervezetbe), a bélidegrendszerre (ezzel a bélműködésre), a bélidegrendszeren keresztül pedig az agyunk működésére: a bennünk élő bélmikrobiom **befolyásolja a hangulatunkat** (vidám vagy búskomor), a **viselkedésünket** (milyen ételt kívánunk meg) és a **szellemi képességeinket** (mennyire tudunk koncentrálni, milyen hosszan tudunk valamire emlékezni). A mikrobiális faktorok mindezek mellett hatnak az immunrendszerünk működésére: vannak olyan betegségek, amiknek a tüneteit sikerült enyhíteni a beteg bélmikrobiomjának jókékon irányú megváltoztatásával (ilyenek a cukorbetegség, a magas vérnyomás betegség, az Alzheimer-kór).

Fordított irányban, az agyunk állapota (kiegyensúlyozottság, bármilyen hangulatzavar, stressz, éhségérzet) hatással van a bélcső működésére és ezzel a bélmikrobiomra is – ezzel a kör bezárul. Összefoglalóan elmondható, hogy a bélmikrobiom **döntő hatással van egész szervezetünk működésére**, nem csak a fizikai, de a szellemi egészségünkre is. Egyensúlyának felborulását (az egészségünkre káros fajok felszaporodását, a közösséget alkotó fajok, illetve egy-egy faj egyedszámának csökkenését) okozhatja

- fertőzés,
- egyoldalú, helytelen és / vagy hiányos táplálkozás,
- a bélcsatorna mozgásának zavarai (székrekedés vagy hasmenés),
- az alkoholfogyasztás és a dohányzás,
- az elhúzódó, fokozott stressz,
- egyes gyógyszerek (lásd antibiotikumok) hatása.

Egészségünk megőrzése, illetve visszaállítása érdekében törekednünk kell a jókékon hatású bélmikrobiom alkotók fennmaradásának támogatására, ha szükséges, a jókékon fajok vagy az egész közösség pótlására – természetes úton, táplálékok formájában vagy étrendkiegészítők, **probiotikumok** segítségével (lásd még testsúlykontroll).

