

2011 Enterotypes (Peer Bork)

A mikrobiommal ugyanaz a problémája a tudománynak, mint amivel a Googlegeneráció is éppen küzd. Felteszünk egy kérdést, és egyidejűleg hatmillió forrásból érkeznek rá válaszok. Ilyenkor nem elég azt mondani: „Kérem, ne beszéljenek egyszerre!” Okosan kell összeállítani a csomagunkat, kíméletlenül szortírozunk kell, és fel kell ismerni a fontosabb mintákat.

Az első lépést ebben az irányban a három **enterotípus (bél-típus)** felfedezése jelentette 2011-ben. Néhány heidelbergi kutató annak idején a legmodernebb technikával vizsgálta meg a baktériummezőket. A szokásos képre számítottak: mindenfajta baktérium és egy csomó ismeretlen faj kaotikus keverékére. De amit láttak, meglepte őket. A sokféleség ellenére valami rend rajzolódott ki. A baktériumbirodalom többsége mindig a három baktériumcsalád egyikéből került ki. Ettől a több ezer család óriási összevisszasága egyszeribe sokkal rendezettebbnek tűnik.

A három bél-típus

Hogy a három közül melyik bél-típushoz tartozik az ember, azt az dönti el, hogy melyik baktériumcsalád alkotja a bélben lakók nagyobbik részét. A következő három szép nevű család közül lehet választani: Bacteroides, Prevotella vagy Ruminococcus. A kutatók ezeket az úgynevezett enterotípusokat ázsiaiaknál, amerikaiaknál és európaiaknál egyaránt megtalálták, függetlenül attól, hogy öregek, fiatalok, férfiak vagy nők voltak-e. Az egyes bél-típusok alapján a jövőben talán lehetséges lesz a tulajdonságok egész sorára következtetni: a szójahasznosítás képességére, erős idegekre vagy bizonyos betegségek kockázatára. A heidelbergi intézetet abban az időben a hagyományos kínai orvoslás több képviselője is felkereste. Ők felismerték annak a lehetőségét, hogy ősrégi tanaikat összekapcsolják a modern orvostudománnyal. A klasszikus kínai orvoslásban az embereket mindig is három csoportba sorolták – aszerint, hogy hogyan reagáltak egyes gyógynövényekre, például a gyömbérré. Testünk baktériumcsaládjai különböző tulajdonságokkal rendelkeznek. Más-más módon bontják fel a táplálékot, különféle anyagokat állítanak elő, bizonyos mérgeket hatástalanítanak. Ezenkívül azáltal is hatnak a bélflórára, hogy mindegyikük más baktériumokat erősít előnyben.

Bacteroides

A Bacteroides a bélflórát alkotó legismertebb bélcsalád, gyakran ők képezik a legnagyobb frakciót. A szénhidrátlebontás mesterei, hatalmas gyűjteménnyel rendelkeznek olyan genetikai tervekből, amelyek segítségével igény szerint rengeteg lebontóenzimet elő tudnak állítani. Akár steaket eszünk, akár óriási adag salátát, vagy részegen beleharapunk egy lábtörlőbe – a bakteroidák azonnal kikalkulálják, milyen enzimekre van szükségünk. Mindegy, mi jön, ők arra vannak trenírozva, hogy bármiből energiát csináljanak. Képességük, hogy mindenből kihozzák a maximumot és továbbadják nekünk, abba a gyanúba keverte őket, hogy könnyebben híznak a segítségükkel. Valóban úgy tűnik, hogy a bakteroidák jobban szeretik a húst és a telített zsírsavakat. Azoknak az embereknek a beleiben, akik szeretnek sokat enni a szalámiból és társaiból,gyakrabban fordulnak elő. Hogy ők állítják-e elő a zsírt, vagy a zsírral együtt jönnek? Erre a kérdésre még nem tudjuk a választ. A Bacteroidest szállásolók feltehetően a kollégáikhoz, a Parabacteroides családba tartozókhoz is vonzódnak. Ezek szintén nagyon ügyesek abban, hogy minél több kalóriához juttassanak bennünket. Ez a típus mindenekelőtt azzal tűnik ki, hogy különösen sok biotint termel. A biotinnak más nevei is vannak: B7-vitamin vagy H-vitamin. A H-vitamin a harmincas években kapta a nevét arról, hogy képes meggyógyítani (németül 'heilen', 'H') egy bőrbetegséget, amely a túlzott nyerstojásfehérje-fogyasztás miatt lép fel. Noha a név nem különösebben kreatív, legalább könnyen megjegyezhető. A H-vitamin semlegesít egy mérgeanyagot, ami a nyers tojásfehérjében található: az avidint. A bőrbetegség akkor alakul ki, ha túl kevés H-vitamint fogyasztunk. A Hvitaminunk azért kevés, mert lefoglalja az avidin semlegesítése. A nyers tojásfehérje fogyasztása tehát H-vitamin-hiányt okoz, ami aztán bőrbetegséghez vezet. Nem tudom, ki ehetett annak idején olyan sok tojásfehérjét, hogy ezt az összefüggést egyáltalán felismerték. Azt viszont könnyebb megválaszolni, hogy a jövőben kik fognak annyi avidint enni, hogy H-vitamin-hiány lépjen fel náluk: a disznók, akik ostoba módon eltévedtek a génmódosított kukorica hadszínterén. Ugyanis hogy a kukoricát ellenállóbbá tegyék a kártevőkkel szemben, olyan géneket oltottak beléjük, amelyeknek a segítségével avidint tudnak előállítani. Amikor a kártevők vagy a naiv disznók megeszik a kukoricát, megmérgeződnek. Ha megfőzzük a kukoricát, az avidines ügyekkel együtt éppúgy élvezhető lesz, mint a jól átsütött reggeli tojás. Hogy a bélbaktériumaink képesek valamennyi H-vitamint előállítani, azt onnan tudjuk, hogy néhányan több avidint választanak ki, mint amennyit felvettek. Mivel avidintermelésre egyetlen emberi sejt sem képes, a titkos gyártók csak a baktériumok lehetnek. Nem csak „a szép bőr, a csillogó haj és az erős körmök” miatt van szükségünk rá, ahogyan azt a drogériákban található dobozok felirata sugallja. A biotinnak egy elemien fontos anyagcsere-folyamatban is szerepe van: segítségével szénhidrátot és zsírt állítunk elő a szervezetünk számára, és a

fehérje lebontásában is részt vesz. A biotin hiánya a bőr, a haj és a körmök problémái mellett más tünetekben is jelentkezik, például depresszív hangulatot, aluszékonyságot, a fertőzésekre való fogékonyságot, idegműködési zavarokat és magas koleszterinszintet okozhat. Figyelem: a vitaminhiány tüneteinek listája minden egyes vitamin esetében impozáns. Szinte mindenki találva érezheti magát. Fontos tehát megjegyezni, hogy lehetünk náthások vagy egy kicsit levertek anélkül is, hogy rögtön biotinhiányban szenvednénk. És persze egy jó adag szalonna jobban megemeli a koleszterinszintünket, mint a kicsit remegő reggeli tojás az avidinnal. Ha valamelyik rizikócsoporthoz tartozunk, gondolhatunk a biotinhiányra. Ezek közé tartozik, ha hosszabb ideig antibiotikumot szedtünk, túl sok alkoholt ittunk, ha kivették a vékonybelünk egy darabját, ha dialízist javasoltak vagy bizonyos gyógyszereket kell szednünk. Az érintetteknek több biotinra van szükségük, mint amennyit az ételből fel tudnak venni. Rizikócsoportnak számítanak a terhesek is: a magzat úgy nyeli el a biotint, mint a régi hűtők az áramot. Még egyetlen kísérlettel sem vizsgálták meg pontosan, hogy a biotin hány százalékát adják a bélbaktériumok. Annyit tudunk, hogy termelnek valamennyit, és a baktériumölő anyagok, mint az antibiotikumok, hiányt idézhetnek elő. Érdekes kutatási projekt lenne kideríteni, hogy egy *Prevotella* béltípussal rendelkezőnek nagyobb hajlama van-e a biotinhiányra, mint a *Bacteroides*-szállásadónak. Mivel csak 2011 óta tudjuk, hogy enterotípusok egyáltalán léteznek, egészen biztosan van még jó pár olyan dolog, amit ki kell derítenünk, mielőtt megválaszolhatnánk ezt a kérdést. A *Bacteroides*ek nemcsak azért olyan sikeresek, mert jó az „outputjuk”, hanem mert kéz a kézben együtt dolgoznak másokkal. Vannak olyan fajok, amelyeket kizárólag arra tartanak a bélben, hogy a *Bacteroides* szemetét eltakarítsák. A *Bacteroides*ek könnyebben végzik a dolgukat tiszta környezetben, a szemszállítóknak pedig biztos bevételi forrásaik vannak. Egy szinttel feljebb jönnek a komposztálók – ők nem csupán eltakarítják a szemetet, hanem olyan dolgokat állítanak elő belőlük, amiket a *Bacteroides*ek újból fel tudnak használni. Néhány anyagcsere-folyamatnál a *Bacteroides*ek időlegesen átveszik a komposztálók szerepét: ha szükségük van egy szénatomra valaminek az átépítéséhez, egyszerűen kinyúlnak a bélben úszkáló trutyiba, és megragadnak egyet. Ehhez mindig kutatniuk kell: anyagcserénkben a szén hulladéknak számít.

Prevotella

A *Prevotella* család gyakran pont az ellentéte a *Bacteroides*nek. A vizsgálatok szerint a vegetáriánusoknál fordul elő gyakrabban, vagy azoknál, akik nem viszik túlzásba a húsfogyasztást, bár az abszolút húskedvelők körében is fellelhetők. Az, hogy mit eszünk, nem az egyetlen tényező, ami beleink benépesítésében szerepet játszik. Erről mindjárt bővebben is lesz szó. A *Prevotelláknak* is vannak bakteriális kollégáik,

akkal különösen szívesen dolgoznak együtt: a Desulfovibrionalesek. Nekik gyakran propellerszálaik vannak, ezekkel tudnak előrejutni, és a Prevotellákhoz hasonlóan jeleskednek abban, hogy a nyálkahártyánkban a még használható fehérjék után kutassanak. A fehérjéket azután megeszik, vagy ki tudja, mi mindent készítenek belőlük. A Prevotellák ténykedése során kénvegyületek jönnek létre. A jellegzetes szag a főtt tojására emlékeztet. Ha a Desulfovibrionalesek nem röpködnének körbe és gyűjtenék gyorsan össze, ami keletkezik, a Prevotellák hamarosan idegesen ácsorognának a saját kénmocsaruk közepén. Ez a gáz különben nem egészségtelen. Az orrunk csupán elővigyázatosságból nem kedveli, mert ezerszeres koncentrációban egyhamar veszélyessé válna... Ként tartalmaz, ezért elég fura szag kíséri ennek az enterotípusnak a tipikus vitaminját: a tiamint, más néven a B1-vitamint, az egyik legismertebb és legfontosabb vitamint is. Agyunknak nemcsak azért van rá szüksége, mert táplálja az idegsejteket, hanem azért is, hogy kívülről körülvegye őket egy elektromosan szigetelő zsír védőburokkal. A reszkető izmok és a feledékenység egyik lehetséges oka ugyanis a tiaminhiány. Azok az emberek, akiknek súlyos B1-vitaminhiányuk van, egy beriberi nevű betegséget kapnak. Ázsia térségében ezt már i. sz. 500 körül leírták. A beriberi lefordítva annyit tesz: 'nem tudok, nem tudok' – ezen azt értik, hogy az érintettek a károsodott idegek és az izomsorvadás miatt képtelenek többé egyenesen járni. Azóta tudjuk, hogy a hántolt rizs nem tartalmaz B1-vitamint; egyoldalú táplálkozás esetén a B1-vitamin hiánya már néhány héten belül az első tünetek jelentkezéséhez vezet. Az idegi és gondolkodási zavarokon kívül kevésbé súlyos hiány esetén az ember ingerlékenyebb lehet, gyakran fáj a feje, vagy koncentrációs problémái léphetnek fel; előrehaladottabb állapotban ödémák és szívgyengeség alakulhat ki. Azonban itt is érvényes: ezeknek a problémáknak számos más okuk is lehet. Aggódni inkább akkor kell miattuk, ha feltűnően gyakran vagy erősen jelentkeznek, de akkor is csak ritkán okozza őket egyedül a vitaminhiány. A hiánytünetek segítenek jobban megérteni, hogy a vitaminoknak általában mi a szerepük, milyen anyagcsere-folyamatban vesznek részt. Ha valaki nem kizárólag hántolt rizsen vagy alkoholon él, a legtöbb esetben jól el van látva belőlük. Az, hogy a bélbaktériumok segíthetnek bennünket a vitaminellátásban, jóval többé teszi őket egy kupac fel-alá propellerező kénkipufogónál – és ez az, ami igazán izgalmas.

Ruminococcus

Ez a család megosztja a koponyákat, legalábbis a tudósokét. Néhányan, akik maguk is ellenőrizték az enterotípusok létét, csak a Prevotellákat és a Bacteroideseket találták meg, a Ruminococcus csoportot nem. Mások esküsznek erre a harmadikra, s vannak, akik úgy vélik, létezik egy negyedik, ötödik stb. csoport is, más baktériumcsaládokból. Az ilyesmi remekül el tudja rontani a konferenciák

kávészüneteit. Maradjunk annyiban: lehet, hogy létezik ez a csoport. Ajánlott kedvenc étele: a növényi sejtfal. Esetleges kollégái: az Akkermansia baktériumok, akik slejmet bontanak le, és a cukrot elég gyorsan magukba szívják. Hemet is termelnek, hasonlót ahhoz, amit a vörösvérsejt előállításához használunk. (Drakula gróf egyike lehetett azoknak az embereknek, akiknek gondjuk volt a hemtermelésükkel. Hazájában, Erdélyben ismert az a genetikai hiba, amelyiknek jellemző jegyei a következők: összeférhetetlenség a fokhagymával és a napfénnel, vörös vizelet. A vörös vizelet onnan jön, hogy az illető hemelőállító képessége zavart, és a beteg kipisili a félkész, piros színű köztes anyagokat. A végkövetkeztetés annak idején így hangzott: aki véreset pisil, az vért ivott. Ma ezeket az embereket betegként kezelik, és nem válnak rémtörténetek főszereplőivé. A betegség neve: porfíria. Ja, és semmi köze a Ruminococcusokhoz – legalábbis a tudomány jelen állása szerint –; ez egy öröklött májbetegség. Csak úgy eszembe jutott, hogy azért milyen érdekes.) Még ha nem is létezik a Ruminococcus csoport, ezek a baktériumok megtalálhatók a beleinkben. Nem árt ezért, ha most többet is megtudunk róluk – valamint Drakuláról és a vizelet finomságairól. Például az egereknek, amelyekben nem találhatók meg ezek a baktériumok, szintén gondjaik vannak a hemtermeléssel; vagyis egyáltalán nem tévedés azt állítani, hogy ezek a baktériumok fontosak. Most már valamivel jobban ismerjük a bélmikrobák kis világát. Génjeik a kölcsönvett tulajdonságok hatalmas készletei. Segítenek nekünk az emésztésben, vitaminokat és más hasznos anyagokat állítanak elő. Mi pedig enterotípuscsomagokat pakolunk össze, minták után kutatunk. Jó okunk van rá, hogy ezt tegyük: 100 billió kis élőlény ücsörög a hasunkban, ez nyilvánvalóan nem marad nyomtalan. Menjünk egy lépéssel közelebb az érezhető hatások felé, és nézzük meg alaposabban, hogyan keverednek bele a bélbaktériumok az anyagcserénkbe, melyek azok, amelyek jót tesznek nekünk, és melyek azok, amelyek károkat okoznak.

https://en.wikipedia.org/wiki/Peer_Bork

http://www.researchgate.net/publication/51577921_The_human_gut_microbiome_Are_we_our_enterotypes

<http://enterotype.embl.de/>

<https://www.nestlenutrition-institute.org/resources/library/Free/workshop/NNIW77/Documents/Di>

[et,%20Gut%20Enterotypes%20and%20Health%20Is%20There
%20a%20Link.pdf](#)

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21508958>

<http://gut.bmj.com/content/early/2015/06/11/gutjnl-2015-309618.full>