

# **A BÉLFLÓRA ÉS AZ ÉTREND HATÁSAI AZ IDEGRENDSZER MŰKÖDÉSÉRE ÉS A MENTÁLIS EGÉSZSÉGRE. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS**

**Szigetvári Krisztina<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> SZTE BTK Pszichológiai Intézet, szkrisztina01@freemail.hu

Számos kutatás rámutat a bélflóra szerepére a mentális egészség és a kognitív képességek befolyásolásában. A vizsgálatok eredményei bemutatják, hogy az étrendünk hatással van a bélflóránkra és ezáltal a mentális állapotunkra is. A kutatási eredmények feltárása fontos szerepet játszik a mentális problémák, mint például a szorongás és a depresszió, a gyermekek idegrendszeri fejlődés zavarai, valamint az időskori neurodegeneratív betegségek megértésében. Kutatásom során olyan vizsgálatok eredményeit foglalom össze, amelyek a bélflóra idegrendszerre gyakorolt hatásait vizsgálják, valamint azt, hogy az étrendünk hogyan befolyásolja a bélflóránkat és a mentális állapotunkat. A vizsgálatok eredményei alapján a bélflóránk állapota hatással van a depresszióra, a szorongásra, a kognitív képességeinkre. A bélflóra egyensúlyának felborulása hozzájárulhat az Alzheimer-kór és a Parkinson-kór kialakulásához, valamint gyulladásos folyamatokat válthat ki, ami depressziós tüneteket okozhat. A teljes értékű növényi ételmiszereken alapuló táplálkozás elősegíti a bélflóránk egyensúlyának fenntartását, a feldolgozott élelmiszerek gyakori fogyasztása pedig hozzájárul a bélflóra egyensúlyának felborulásához.

**Kulcsszavak:** bélflóra, mikrobiom, étrend, depresszió, szorongás, idegrendszer

Ma már számos kutatás rámutat arra, hogy a bélflóránk hatással van az idegrendszeri működésünkre, és hogy a táplálkozásunk jelentősen befolyásolja a bélflóránk állapotát (Clapp, Herrera, Bhatia, Wilen, & Wakefield, 2017; David, Maurice, Camody, Gootenberg, Button, Wolfe, & Turnbaugh, 2014). Nemrég felismerés, hogy idegrendszerünk működésének és zavarainak megértése céljából fontos minél több vizsgálatot végeznünk a bélflóra és az étrend hatásaival kapcsolatban. Bélrendszerünkben található az idegrendszerünk egy jelentős része - az enterális idegrendszer -, körülbelül 200-600 millió idegsejttel (Ye & Liddle, 2017).<sup>1</sup> A bélrendszerünkben körülbelül 100 milliárd baktérium található. A bélbaktériumaink génjeinek összessége több, mint százszorosa a saját, emberi génjeink összességének – tehát van egy „második” genom a testünkben, amelyik nagyobb, mint a „saját” genomunk (Galland, 2014).

A bélbaktériumaink fontos szerepet játszanak számos hangulatszabályozásért felelős neurotranszmitter termelésében. Például a szerotonin hormonnak kb. 90%-a a bélrendszerünkben termelődik (Yano, Yu, Donaldson, Shastri, Ann, Ma, & Hsiao, 2015). A Bifidobacterium spp. és Lactobacillus baktériumok a gammaaminovajsav, a Streptococcus, Candida, Enterococcus spp. és Escherichia baktériumok a szerotonin, a Bacillus spp. baktérium pedig a dopamin termeléséért felelős. A bélbaktériumaink feladata a rövidláncú zsírsavak termelése is, amik befolyásolják a szerotonin felszabadulását, a szimpatikus idegrendszert, a tanulást és a memóriát. Számos neurotranszmitterből ugyanannyi vagy még több van jelen a bélrendszerünkben, mint az agyunkban (Afzal et al., 2020). A központi idegrendszerünk közvetlenül is kommunikál a bélrendszerünkkel és a bélflóránkkal a bolygóidegen keresztül, a bél és az agy összeköttetését bél-agy tengelynek is szokták nevezni.

A bolygóideg idegrostjainak 80%-a afferens, vagyis a bélrendszerből vezet az agyba. Tehát a bélrendszer és az agy közötti kommunikáció 80%-a a beleink agyunknak küldött jelzéseiből áll, ez pedig befolyásolja a pszichológiai állapotunkat (Meyyappan, Forth, Wallace, & Milev, 2020). A bélflóránk a vér-agy gátat is erősíti, ami az agyat a vérkeringésünktől elválasztó sejtsor, melynek feladata, hogy megakadályozza a káros anyagok bejutását az agyunkba és fenntartsa az agy homeosztázisát. A steril környezetben nevelt, bélbaktériumoktól mentes patkányoknyál megfigyelték, hogy ha lehetővé teszik náluk a bélflóra kialakulását, akkor noramlizálódik a vér-agy gát átjárhatósága. A kutatás szerint az anyai bélflóra is befolyásolja az utódok vér-agy gát átjárhatóságát (Afzal et al., 2020). Mivel a bélrendszerünk befolyásolja az idegrendszeri működéseinket, fontos, hogy minél több kutatási eredménnyel rendelkezünk a témával kapcsolatban. Írásomban összefoglalom azokat az újabb ismereteket, amelyek a bélflóra széleskörű hatásaira, a mentális egészségre, a kognitív képességekre és a gyermekkori idegrendszer fejlődésére vonatkoznak, kitérve az életmóddal és étrenddel kapcsolatos összefüggésekre.

---

<sup>1</sup> Ez a szimpatikus és a paraszimpatikus rendszer mellett – az autonóm (vegetatív) idegrendszer harmadik része.

## A BÉLFLÓRA HATÁSAI A MENTÁLIS EGÉSZSÉGRE

A depresszióval küzdő személyeknél gyakran megfigyelhető a bélflóra egyensúlyának felborulása, a diszbiózis (Chao et al., 2020). Egy áttekintés során 21 kutatást vizsgáltak meg, amelyek célja az volt, hogy megfigyeljék, hogy a szorongással és depresszióval küzdő személyek bélflórájának cseréje egészséges személyek bélflórájával okoz-e változást a mentális állapotban. Mindegyik tanulmány arra az eredményre jutott, hogy ha pszichiátriai zavarokkal küzdő személyek bélflóráját ültetjük át egészséges személyek bélrendszerébe, akkor depressziós és szorongásos tünetek jelennek meg náluk, valamint fordítva, ha egészséges személyek bélflóráját transzplantáljuk szorongó és depressziós emberek beleibe, a szorongásos és depressziós tünetek csökkennek (Meyyappan, Forth, Wallace, & Milev, 2020). Egy másik vizsgálat során megfigyelték, hogy egészséges személyeknél probiotikumkészítmények harminc napig történő szedése hasonló mértékű pszichológiai hatásokat és kortizolszint-csökkenést vált ki, mint a Diazepam nevű szorongásoldó gyógyszer (Clapp, Herrera, Bhatia, Wilen, & Wakefield, 2017; David, Maurice, Camody, Gootenberg, Button, Wolfe, & Turnbaugh, 2014). Egy tanulmány során egy probiotikumkészítmény (*Lactobacillus helveticus* R0052 és *Bifidobacterium longum* R0175) mentális állapotra gyakorolt hatásait vizsgálták, és az eredmények alapján a probiotikum 30 napig történő fogyasztása jelentősen csökkentette a vizsgálati személyeknél a szorongás, a düh-agresszió és a depresszió szintjét (Messaoudi et al., 2011). Egy áttekintés során 10 olyan kutatást elemeztek, amelyek a probiotikumok hangulatra, szorongásra és gondolkodásra gyakorolt hatását vizsgálták. Ezek közül 5 kutatás foglalkozott a hangulattal, 7 a szorongással és 3 a gondolkodással. A hangulattal foglalkozó kutatások közül 2 kivételével mindegyik arra az eredményre jutott, hogy a probiotikumok jelentős pozitív hatást gyakorolnak a hangulatra. Egy kutatás vizsgált depresszióval diagnosztizált személyeket, egy kutatásban krónikus fáradtság szindrómával küzdőket figyeltek meg, egy másik kutatás súlyos stresszel és fáradtsággal küzdőket vizsgált, a többi 7 kutatásban pedig egészséges emberek állapotát követték. A depresszióval diagnosztizált személyeket vizsgáló kutatásban 40 személy vett részt, akik 8 hétig fogyasztottak probiotikumkészítményeket. A vizsgálat előtt és után is a résztvevők a Beck Depresszió Kérdőívet végezték el. Az eredmények szerint a probiotikumkészítmények fogyasztása jelentősen csökkentette a vizsgálati személyek depressziós tüneteit. A krónikus fáradtsággal küzdőket is ezzel a módszerrel vizsgálták, náluk a probiotikumok a szorongás tüneteit jelentősen csökkentették, de a depresszióra nem voltak hatással. A stresszt és a szorongást vizsgáló 7 kutatás közül 2 tanulmány kivételével az összes kutatás során megfigyeltek szignifikáns csökkenést a szorongás tüneteiben. A súlyos stresszel és fáradtsággal küzdőket vizsgáló kutatás eredményei szerint a kezelés során a résztvevők állapota jelentős javulást mutatott, és 73%-uk értékelte a kezelést „jónak” vagy „nagyon jónak”.

A gondolkodást vizsgáló mindhárom kutatás szerint pozitív hatást gyakorolnak a probiotikumkészítmények a kognitív képességekre. Az egyik kutatás például a Megküzdési MódoK Kérdőív segítségével vizsgálta a résztvevők megküzdési stratégiáit érzelmileg megterhelő helyzetekben. Az eredmények szerint a probiotikumokkal történő kezelés után csökkent a résztvevők pontszáma az „önhibáztatás” értéken, és a „problémamegoldás” értéken pedig növekedett a pontszámuk, tehát nagyobb hangsúlyt fektettek a problémák megoldására. Az áttekintésben a fő korlátot az jelentette, hogy a probiotikumkészítmények tartalma, adagolása és a kezelés időtartama kutatásonként változó volt. A leggyakrabban használt baktérium a *Lactobacillus casei* volt, és a kezeléseik időtartama 3 hét és 6 hónap között változott (Wallace & Milev, 2007). Egy metaanalízis során 10 olyan kutatást elemeztek, amelyek depresszióval vagy valamilyen szorongásos zavarral diagnosztizált személyek, valamint stressz hatása alatt levő egészséges emberek probiotikumokkal történő kezelését vizsgálták. A kutatás eredményei alapján a probiotikumkészítmények jelentősen csökkentik a depresszió tüneteit a depresszióval küzdő személyeknél, a szorongás tüneteiben és a stressz alatti teljesítményben viszont nem volt megfigyelhető szignifikáns javulás (Chao et al., 2020).

## A BÉLFLÓRA ÉS A KOGNITÍV KÉPESSÉGEK

Egyre több tanulmány mutat arra, hogy a kognitív képességeinket is jelentősen befolyásolják a bélbaktériumaink. Egy áttekintés során kifejezetten olyan vizsgálatokat elemeztek, amelyek a bélflóra kognitív működésekre gyakorolt hatásait vizsgálták. A megfigyelt kutatások eredményei konzisztensen arra mutatnak, hogy a bélflóra változtatásával a kognitív képességek is változtathatók. Egy 2015-ös kutatás például arra az eredményre jutott, hogy bizonyos baktériumfajok (*Actinobacteria*) magas szintje jobb motoros és figyelmi képességekkel hozható összefüggésbe, míg más baktériumok (*Prevotella*) magas szintje esetén hosszabb reakcióidő és gyengébb koncentráció figyelhető meg (Tooley, 2020). Ezen kívül a bélrendszerünk összefüggésben áll a neurodegeneratív zavarokkal is. A leggyakrabban előforduló neurodegeneratív zavar az Alzheimer-kór, ami a szellemi képességek folyamatos romlásával jár (Selkoe & Lansbury, 1999). Kutatások szerint a bélflóra állapota összefüggésben állhat ezzel a betegséggel.

Egy áttekintés (Jiang, Li, Huang, Liu, & Zhao, 2017) során megvizsgálták azokat az eddigi kutatásokat és eredményeket, amik arra mutatnak, hogy a bélflóra befolyásolja az Alzheimer-kór kialakulását. Az áttekintés célja az volt, hogy feltárják azokat a mechanizmusokat, amiken keresztül a mikrobiom hozzájárul az Alzheimer-kór jelentkezéséhez. Patkánykísérleteken már megfigyelték azt, hogy a steril környezetben nevelt, bélbaktériumokkal egyáltalán nem rendelkező egyedek munkamemóriája rosszabb volt, hasonlóan a BDNF hormon szintjéhez hím egyedeknél, ami szerepet játszik a memória

működésében és az idegsejtek létrehozásában, növekedésében és fejlődésében. A BDNF hormon szintje az Alzheimer-kóros személyeknél is alacsony. Patkányoknál az ampicillin antibiotikummal történő kezelés hatására is csökkent a BDNF hormon szintje, valamint romlott ezeknek az állatoknak a térbeli memóriája is.

A probiotikumokkal történő kezelést is érdemes vizsgálni, hiszen például a gamma amino vajsav ingerületátvivő anyagot bélbaktériumok termelik, és ez a neurotranszmitter is alacsonyabb szinten fordul elő az Alzheimer-kóros személyeknél. Egy kutatás során (Akbari, 2016) megfigyelték például, hogy a probiotikum készítmények 12 hétig történő fogyasztása pozitív hatást gyakorolt a vizsgálati személyek kognitív képességeire. 60 személyt vizsgáltak, közülük 30 személy képezte a kontrollcsoportot, a másik 30 személy pedig különböző baktériumokból (*Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium bifidum* és *Lactobacillus fermentum*) álló probiotikumkészítményt fogyasztott. A vizsgálat előtt és után is a résztvevőknek el kellett végezniük a Mini Mentál Tesztet, ami egy demencia mérésére használt kérdőív. A probiotikumokat fogyasztó személyek a kezelés után szignifikánsan jobb eredményt értek el a Mini Mentál Teszten, tehát a probiotikumok fogyasztása pozitív hatással volt az Alzheimer-kórban szenvedők kognitív képességeire.

A második leggyakrabban előforduló neurodegeneratív betegség a Parkinson-kór. Fő tünetei a tremor (remegés), izomfeszülés, bradikinézia (mozgás meglassulása) (Mhyre, Boyd, Hamill, & Maguire-Zeiss, 2015). Gyakran megfigyelhető, hogy a betegség kialakulását bélrendszeri problémák előzik meg (Romano, Savva, Bedarf, Charles, Hildebrand, & Narbad, 2021). A Parkinson-kórral rendelkező személyek 80%-a küzd bélrendszeri problémákkal, mint pl. a székrekedés, hányinger, puffadás. Egy metaanalízis során (Shen et al., 2021) azt vizsgálták, hogy megfigyelhető-e egy konkrét fajta mikrobiom-elváltozás, ami jellemző a Parkinson-kórral rendelkező egyénekre. A vizsgálat során 14 olyan kutatás eredményeit elemezték, amelyek az egészséges és Parkinson-kóros személyek bélflórájának különbségeit figyelték még. Az eredmények szerint bizonyos baktériumcsaládok (pl. *Prevotellaceae*, *Faecalibacterium*) jelentősen kisebb mennyiségben fordulnak elő a Parkinson-kórral küzdők bélrendszerében, míg más baktériumcsaládok (pl. *Bifidobacteriaceae*, *Ruminococcaceae*) nagyobb számban találhatóak meg náluk. A *Prevotellaceae* baktériumcsalád például a szénhidrátok lebontásában játszik szerepet és rövidláncú zsírsavakat hoz létre, amik szabályozzák az enterális idegrendszer aktivitását és segítenek a bélrendszer homeosztázisának fenntartásában. A *Prevotellaceae* baktériumok számának csökkenése esetén megfigyelhető a ghrelin nevű bélrendszeri hormon csökkenése is. Ez a hormon szabályozza a dopaminerg (dopamintermelő) idegsejtek működését. A Parkinson-kór oka a dopaminerg neuronok pusztulása, ebből tehát következtethetünk arra, hogy a dopaminerg neuronokra ható baktériumok befolyásolhatják a betegség alakulását. Ez felveti a kérdést, hogy a probiotikumokkal történő kezelés gyakorolhat-e hatást a Parkinson-kórra. A jövőben jelentős szerepük lesz az ezzel kapcsolatos kutatásoknak.

## A GYERMEKKORI IDEGRENSZERI FEJLŐDÉS ÉS A BÉLRENDSZER

Vizsgálatok rámutatnak arra, hogy a bélflóra befolyásolja a kognitív képességeket csecsemőkorban és hosszú távú viselkedésváltozásokat okoz, valamint hogy a csecsemőkori bélflóra összetétele fontos szerepet játszik az érzelmi és kognitív fejlődésben. Tehát lehetséges, hogy a bélflóra összefüggésben áll a kognitív és nyelvi elmaradásokkal járó fejlődési zavarokkal is. Egy tanulmány eredményei szerint (Carlson et. al., 2018) a bélflóra egyéves kori összetételéből következtethetünk a kétéves kori kognitív teljesítményre, különösen a kommunikáció területén. A kisgyermek korai táplálása befolyásolja a fejlődő bélflóra összetételének kialakulását. Kutatások összefüggést találtak az anyatejjel történő táplálás és Bifidobacterium nemzetségbe tartozó baktériumok között a csecsemők bélrendszerében, aminek hátterében az állhat, hogy az emészthetetlen cukrok az anyatejben táplálják a „hasznos” baktériumainkat. A Bifidobacterium a csecsemők bélflórájának fontos része, mert szerepet játszik a gammaaminovajsav termelésében, ami a központi idegrendszer egy fontos gátló hatású ingerületátvivő anyaga. Az életük első 4 hetében tápszerrel táplált csecsemők bélrendszere kevesebb baktériumfajjal rendelkezik (Clapp, Herrera, Bhatia, Wilen, & Wakefield, 2017; David, Maurice, Camody, Gootenberg, Button, Wolfe, & Turnbaugh, 2014.). Kutatások szerint az anyatejjel történő táplálás fontos szerepet játszik a csecsemők idegrendszeri fejlődésében, hiszen a bélflóránk befolyásolja a kognitív képességeinket is.

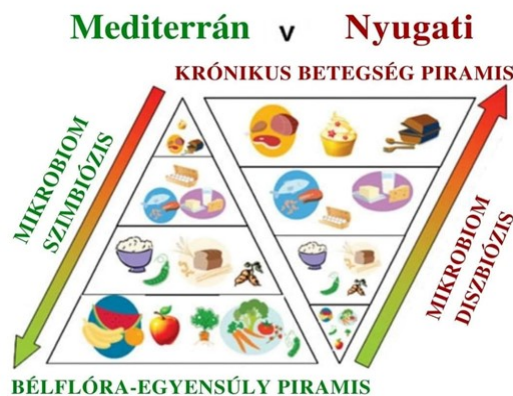
## A BÉLFLÓRA ÉS AZ AUTIZMUS SPEKTRUM ZAVAR ÖSSZEFÜGGÉSE

Egy áttekintés eredményei alapján a Clostridia baktériumosztályba tartozó baktériumok jelenléte a bélrendszerben összefüggésben áll az autizmus spektrum zavarral (Argou-Cardozo & Zeidán-Chuliá, 2018). Az antibiotikumok sokféle kórokozó baktériumot elpusztítanak, viszont a Clostridia baktériumosztályba tartozó fajok különösen ellenállóak a legtöbb antibiotikummal szemben, amiket a csecsemőkorban fertőzésekre használnak. A Clostridia baktériumosztályról tudjuk, hogy nagyobb számban van jelen az autizmus spektrum zavarral küzdő személyek beleiben és hogy az általa termelt propionsav autizmus tüneteit okozza patkányoknál (MacFabe, 2012). Az autizmus spektrum zavarral élő személyeknél gyakran jelentkeznek krónikus bélrendszeri problémák. Egy áttekintés eredményei rámutatnak arra, hogy az autizmus spektrum zavarral rendelkező személyek bélflórája eltér más emberekéétől, bizonyos baktériumok nagyobb, mások alacsonyabb számban fordulnak elő. Egy tanulmány szerint például egy Bifidobacteriumot tartalmazó probiotikumkészítmény szedése hozzájárul az autizmus tüneteinek javulásához. Több kutatást lenne érdemes végezni a témában ahhoz, hogy kijelenthessük, hogy a kórokozó baktériumok magas száma az autizmus spektrum zavar oki tényezői között szerepelhet, de a kutatási

eredmények arra mutatnak, hogy fontos foglalkoznunk ezzel az összefüggéssel (Argou-Cardozo & Zeidán-Chuliá, 2018).

## AZ ÉLETMÓD ÉS AZ ÉTREND HATÁSAI A BÉLFLÓRÁRA ÉS A MENTÁLIS EGÉSZSÉGRE

A bélflórákat számos faktor befolyásolja, mint például az alvásminőség, a distressz, gyógyszeres kezelések, és – nem utolsósorban – az étrend (Tooley, 2020). A következőkben legfőképpen az étrend hatásaira irányuló kutatásokat tekintem át. Számos kutatás rámutatott már arra, hogy a magas állati fehérje és – zsírtartalmú étrend szélsőségesen átalakíthatja a bélflórákat – csökkenti a „jó” és növeli a „rossz” mikroorganizmusok mennyiségét. A magas zsír- és alacsony rosttartalmú táplálkozás a „jó” baktériumok jelentős pusztulásához vezet: egy tanulmány szavaival élve ez a fajta étrend – amit általában arra használnak, hogy anyagcserezavarokat váltsanak ki a kísérleti állatokban – megtizedeli a hasznos baktériumainkat (Tuohy, Fava, & Viola, 2014).



1. ábra: Az étrend hatása a bélflórára és a krónikus betegségekre (Tuohy, Fava, & Viola, 2014)

A Tuohy, Fava és Viola 2014-es kutatásában megjelent ábra bemutatja a bélflóra egyensúlyához és az egyensúly felborulásához vezető étrendet (v.ö. 1.ábra). A bal oldali piramis az egészséges bélflóra alapjait mutatja – teljes értékű növényi ételek, gyümölcsök, zöldségek, teljes kiőrlésű gabonák. A jobb oldali piramis a bélflóránk diszbiózisához, vagyis az egyensúly felborulásához, krónikus betegségekhez vezető étrendet mutatja – amelynek alapja az állati zsír, húsok, tejtermékek (Tuohy, Fava, & Viola, 2014). Egy vizsgálat rámutatott arra, hogy a növényi étrendet követők bélrendszere egyedi abból a szempontból, hogy jelentősen kevesebb kórokozó baktériumfaj és több, az emberi szervezet számára hasznos faj található meg benne. A bélflóránk nagyon gyorsan reagál az étrendváltásra – a magas rosttartalmú étrendre váltás után már 24 órán

belül is megfigyelhetők változások a mikrobiomban (Glick-Bauer & Yeh, 2014). Egy kutatás során például középkorú embereken vizsgálták meg a teljes értékű növényi étrend mentális egészségre gyakorolt hatásait – az eredmények szerint a sok feldolgozott élelmiszer fogyasztása a depresszió kialakulásának egyik kockázati faktora, a teljes értékű ételeken alapuló táplálkozás pedig véd a depresszióval szemben (Akbaraly, Brunner, Ferrie, Marmot, Kivimaki, & Singh-Manoux, 2009). Egy vizsgálat rámutatott arra, hogy az *F. prausnitzii* baktériumok a legnagyobb számban előforduló baktériumok az egészséges emberek bélrendszerében, és ezek a baktériumok a növényi étrendet követők beleiben találhatóak meg a legnagyobb mennyiségben. A hasznos baktériumok gyakori előfordulása a növényi étrendet követők bélrendszerében a magas rosttartalmú étrenddel hozható összefüggésbe (Glick-Bauer & Yeh, 2014).

## AZ ÉTREND, A GYULLADÁS ÉS A DEPRESSZIÓ ÖSSZEFÜGGÉSE

Számos tanulmány rámutatott már arra is, hogy a gyulladással járó betegségek összefüggésben állnak a depresszió tüneteivel. Egy vizsgálat szerint emögött az állati eredetű élelmiszerekben található baktériumok állnak: Több vizsgálat során is megfigyelték, hogy állati eredetű ételek fogyasztása után endotoxémia figyelhető meg – megnövekedik a beleinkben a kórokozó baktériumok száma. Az endotoxinok (kórokozó baktériumok) ellen védekező immunrendszer gyulladással állapott vált ki (Deopurkar et. al., 2010). Egy kutatás során megfigyelték, hogy egészséges személyeknél endotoxinok (kórokozó baktériumok) szervezetbe juttatása gyulladásgátló citokinmolekulák felszabadulását, és ezt követően depressziós tüneteket eredményezett (Clapp, Herrera, Bhatia, Wilen, & Wakefield, 2017; David, Maurice, Camody, Gootenberg, Button, Wolfe, & Turnbaugh, 2014).

Egy 11 vizsgálatra kiterjedő áttekintés (Tolkien, Bradburn, & Murgatroyd, 2019) során megfigyelték az összefüggést a gyulladásgátló étrendek és a depressziós tünetek között. Az áttekintés rámutat arra, hogy a gyulladásgátló citokinmolekulák szintje magasabb a depressziós személyeknél, valamint hogy a gyulladáscsökkentő kezelések gyakran csökkentik a depresszió tüneteit is a gyulladással járó betegségekkel küzdőknél. A kutatás azt is kiemeli, hogy az étrend bizonyítottan szabályozza a gyulladással járó folyamatokat, és hogy bizonyos tápanyagok gyulladásgátló hatással bírnak. Például a teljes kiőrlésű gabonák fogyasztása a gyulladásgátló c-reaktív fehérjék alacsonyabb szintjével hozható összefüggésbe, a teljes kiőrlésű gabonák ritkább fogyasztása pedig növeli a gyulladásgátló faktorok szintjét (interleukin-6, IL-6). Az áttekintés során 11 tanulmányt vizsgáltak. Az eredmények szerint a leginkább gyulladásgátló (feldolgozott élelmiszereken alapuló) étrendet követő személyeknél nagyobb valószínűséggel fordultak elő depressziós tünetek, valamint gyakrabban is diagnosztizálták náluk a depressziót, mint a gyulladásgátló (zöldségeken és gyümölcsökön alapuló) étrendet követőknél.



Egy korábbi, 6 kutatást vizsgáló áttekintés szerint a növényi élelmiszereken alapuló mediterrán vagy vegán étrend hatására jelentősen csökken a gyulladásjelző c-reaktív fehérjék szintje (Joshua, 1987). Egy 144 vizsgálatot átfogó 2019-es áttekintés során is megvizsgálták a gyulladás és a depresszió kapcsolatát (Giuliani & Lee, 2019). A tanulmány szerint az immunrendszer és a mentális állapot közötti összefüggést először az immunterápiák során, valamint a citokinmolekulák által kiváltott „betegségviselkedés” jelenségén keresztül figyelték meg. A citokinek hatására kialakuló „betegségviselkedés” jellemzői az energiahiány, a csökkent aktivitás, étvágytalanság, kognitív képességek gyengülése. Az áttekintés eredményei szerint a depresszióval küzdő személyeknél magasabb a gyulladást keltő citokinmolekulák szintje. Például azok, akiknél kilencéves korban magasabb az interleukin-6 nevű citokinmolekula szintje, azoknál nagyobb eséllyel alakul ki a depresszió 18 éves korra.

Megfigyelhetjük azt is, hogy gyakrabban fordul elő a depresszió azoknál, akik az immunrendszer aktivációjához köthető betegségekkel küzdenek, mint például az allergiák és autoimmun betegségek. 50%-kal gyakoribb a depresszió például azoknál a személyeknél, akik atópiás ekcémával (a bőr krónikus gyulladása) és asztmával is küzdenek, és az asztmával küzdő személyek 39.5%-a küzd depresszióval. Ezen kívül megfigyelték, hogy a cukorbetegyeknél kétszer nagyobb gyakorisággal fordul elő depresszió, mint az egészséges személyeknél. A szisztémás lupus erythematosus betegséggel küzdő emberek 30%-a diagnosztizált depresszióval. Továbbá az áttekintés eredményei szerint a citokinmolekulák elleni gyógyszerek csökkentik a depressziót azoknál a depressziós személyeknél, akiknél a gyulladás szintje magasabb (Giuliani & Lee, 2019).

A kórokozó baktériumokon kívül a feldolgozott élelmiszerekben található adalékanyagok is hozzájárulhatnak a gyulladásos állapot kialakulásához. Egy kutatás során kimutatták, hogy alacsony koncentrációban (ahogy az emberi élelmiszerekben is előfordul) két gyakran használt emulgeálószer, a karboximetil-cellulóz és a poliszorbát 80 alacsony szintű gyulladásos állapotot váltanak ki (Kamm, 2020). Egy 34 tanulmányt átfogó áttekintés eredményei rámutatnak arra, hogy a gyümölcsökben, zöldségekben és teljes értékű gabonákban gazdag étrend véd a gyulladásos betegségekkel szemben, és hogy főként a növényi élelmiszerekben található antioxidánsok védenek a gyulladástól, például a flavonoidok és a karotinoidok. Az egyik kutatás során például kimutatták, hogy a hagyományos „nyugati” típusú étrendet követő nők vérében szignifikánsan nagyobb koncentrációban fordulnak elő gyulladásjelző faktorok, mint a zöldségekben és gyümölcsökben gazdag étrendet követőknél. Egy másik, 486 nőt vizsgáló kutatás arra az eredményre jutott, hogy az alacsony gyümölcs- és zöldségfogyasztás megemlése 34%-kal csökkentette a vérplazmában a c-reaktív fehérjék koncentrációját (Watzl, 2008).

Az étrenden kívül fontos vizsgálni azt is, hogy konkrét ételek fogyasztása milyen hatással van a gyulladásos folyamatokra, hiszen ahogy arra az áttekintés is rámutatott, az antioxidánsok kiemelkedő gyulladásgátló hatással rendelkeznek. Egy vizsgálat során kimutatták, hogy mi az 50 legmagasabb

antioxidánskoncentrációval rendelkező élelmiszer olyan adagban, amennyit az adott ételből általában egyszerre elfogyasztunk. A bogyós gyümölcsök kiemelkedő szerepet kaptak: Az áfonya, vörösfőnye, eper, szeder, cseresznye és málna a legmagasabb antioxidánstartalommal rendelkező ételek közé tartoznak (az első három helyen a szeder, a dió és az eper álltak). Egy olyan lista is készült, amely az 50 legmagasabb antioxidánstartalmú ételt sorolja fel az alapján, hogy 100 grammban hány mmol antioxidáns található. Ebben a listában az 50 étel közül 13 fűszer, az első 5 helyen a szegfűszeg, oregánó, gyömbér, fahéj és kurkuma állnak (Halvorsen et al., 2008). Egy 64 napig tartó kutatás során a résztvevőknek 280g cseresznyét kellett fogyasztaniuk a 7. naptól a 35.-ig, közben a megszokott étrendjüket követték. A vérükben a c-reaktív fehérjék koncentrációja 25%-kal csökkent (Kelley, Rasooly, Jacob, Kader, & Mackey, 2006). Egy másik kutatás szintén rámutatott a fűszerek gyulladáscsökkentő hatására is: A kutatás szerint a szegfűszeg, gyömbér, kurkuma és rozmaring fogyasztása jelentősen csökkenti a gyulladáskeltő faktorok koncentrációját a vérben (Percival, Vanden Heuvel, Nieves, Montero, Migliaccio, & Meadors, 2012). Tehát az antioxidánsok bírnak a leginkább gyulladáscsökkentő hatással, és kutatások során azt is kimutatták, hogy mely élelmiszerek rendelkeznek a legmagasabb antioxidáns koncentrációval. A továbbiakban érdemes lesz azt is vizsgálni, hogy az antioxidánsok fogyasztása hogyan hat a depresszió tüneteire.

## **AZ ÉTREND HATÁSAI A KOGNITÍV KÉPESSÉGEKRE**

Mivel a bélflóra állapota befolyásolja a kognitív képességeket és az ezek romlásával járó neurodegeneratív zavarokat, az étrend pedig jelentős mértékben meghatározza a bélflóránk összetételét, következtethetünk arra, hogy a táplálkozási szokásaink hatással vannak a kognitív képességeinkre. Egy kutatás szerint a magas antioxidánstartalmú növényi élelmiszereken alapuló étrend védhet a kognitív képességek hanyatlásától, az állati eredetű élelmiszerekben található telített zsírok pedig hozzájárulhatnak a demencia kialakulásához. Az 12,062 résztvevőt vizsgáló kutatás eredményei alapján a vegetáriánusoknál 38%-kal alacsonyabb a demencia kialakulásának esélye (Lin, Chiu, Chang, & Lin, 2019). Egy kutatás során jelenleg vegetáriánusokat és olyan személyeket vizsgáltak, akik egy héten több mint négyszer fogyasztanak húst. Az eredmények alapján a rendszeres húsfogyasztóknál kétszer nagyobb volt a demencia kialakulási esélye, mint a vegetáriánusoknál. Azokhoz a vegetáriánusokhoz hasonlítva, akik már legalább 30 éve nem fogyasztottak húst, az eredmények szerint a húsfogyasztóknál háromszor nagyobb eséllyel jelentek meg a demencia tünetei (Giem, Beeson, & Fraser, 1993).

Egy 12 publikált vizsgálatot elemző metaanalízis (Lourida et al., 2013) eredményei szerint minél jobban követjük a mediterrán étrendet, annál kisebb eséllyel jelenik meg a demencia, az Alzheimer-kór és általában véve a kognitív képességek csökkenése. Egy még frissebb, 34168 résztvevőt vizsgáló metaanalízis

(Jennings, Cunnane, & Minihane, 2020) ezzel egybecsengő konklúzióra jutott: a növényi élelmiszereken alapuló mediterrán étrendet követő személyeknél 21%-kal alacsonyabb a kognitív zavarok kialakulási esélye, és 40%-kal kisebb eséllyel jelenik meg náluk az Alzheimer-kór. Ez a tanulmány is rámutat arra, hogy a növényi alapú étrendet követő személyeknél pozitív változások figyelhetők meg a bélflórában, ami a magas rost- és probiotikumtartalmú étrendhez köthető. A kutatás szerint az Alzheimer-kórban szenvedő emberek legalább egyharmadánál a betegség az életmódunkhoz köthető tényezők hatására alakul ki.

## KONKLÚZIÓ

Bélrendszerünk több mechanizmuson keresztül is befolyásolja általános és mentális egészségünket, kognitív működésünket, az agyfejlődést, idegrendszerünk működését. Egyre fontosabb kutatási területről van szó, amelyen a publikációk száma rohamosan emelkedik. Van, aki forradalmi átalakulásként értékeli a mikrobióma szerepének megértését az emberi egészséggel és betegséggel kapcsolatban (Blaser, 2014). Az új felismerésekkel együtt sok máig enigmatikus probléma kaphat új megközelítést. Ilyen például az autizmus spektrum zavar kialakulása a bélrendszerrel való összefüggésben, de más mentális problémákkal és funkciókkal kapcsolatban is további feltárást várunk a bélflóránk állapotával összefüggő hatások, hiszen a legtöbb kutatás csak a szorongással és a depresszióval foglalkozik. Ezen a területen viszont ma már számos kutatás bizonyítja, hogy a probiotikumkészítmények javíthatják a szorongás és a depresszió tüneteit.

A tudás forradalmi átalakulásának azonban még csak az elején tartunk, sok részlet feltáratlan. További kutatásoknak kell alaposabban feltárniuk, hogy pontosan milyen baktériumok fejtik ki a legnagyobb hatást, és hogy különböző baktériumok hogyan befolyásolják egészségünket és a mentális állapotunkat. A probiotikumok adagjával és a kezelés időtartamával is fontos további vizsgálatokat végezni. A mentális problémák és a bélrendszer összefüggését vizsgáló kutatások egyik fő nehézsége, hogy a mentális problémák kialakulásának számos oka lehet. Míg ezek az okok sok esetben a bélflóra elváltozásai, sok más esetben más tényezők állnak a mentális problémák tüneteinek mögött. Ezért érdemes lenne olyan személyeket vizsgálni a kutatások során, akik többféle hosszútávú kezelést kaptak már a mentális problémáikra, és ezek eredménytelenek voltak. Ha csak olyan személyeket vizsgálunk, akik rendelkeznek valamilyen mentális betegség diagnózisával, de nincsenek információink arról, hogy milyen kezelést kaptak korábban és hogy mi áll a tüneteik hátterében, akkor várható, hogy változó és ellentmondásos eredményeket fogunk kapni az egészséges táplálkozás és a probiotikumok hatásait vizsgáló kutatások során.

A neurodegeneratív betegségeket is érdemes tovább vizsgálni a bélrendszerrel összefüggésben. Kevés kutatás készült eddig azzal kapcsolatban,

hogy a különböző bélrendszerre irányuló kezelési módok hogyan befolyásolják például az Alzheimer-kórt és a Parkinson-kórt. Érdekes kérdés például, hogy az étrend, a különböző baktériumfajtákat tartalmazó probiotikumkészítmények, az antibiotikumok, valamint a különböző beavatkozások időtartama hogyan hat ezekre a betegségekre. Bár állatokon már számos vizsgálatot végeztek ezzel kapcsolatban, emberekkel is érdemes lenne kutatásokat végezni, hogy biztosan releváns eredményeket kaphassunk. Számos kutatás készült már a mediterrán étrend hatásairól a kognitív képességekre és a mentális egészségre. Hasznos lenne a kizárólag teljes értékű (tehát nem feldolgozott) növényi ételeket tartalmazó étrenddel kapcsolatban is több kutatást végezni, hiszen a vizsgálatok eredményei arra mutatnak, hogy a növényeken alapuló étrend követése előnyös hatással van a bélflórára és a mentális állapotra. A jövőbeni kutatások során továbbá érdemes lenne összehasonlítani a mediterrán étrend mentális egészségre és kognitív képességekre gyakorolt hatásait a teljes értékű növényi étrend hatásaival.

Azt is hasznos lesz vizsgálni a továbbiakban, hogy a feldolgozott élelmiszerekben található különböző adalékanyagok milyen hatást gyakorolnak a bélflórára, hiszen egereken végzett kísérleteken már bemutatták például az emulgeálószeres káros hatásait (Kamm, 2020). Az étrendeken kívül konkrét ételek hatásait is érdemes lehet vizsgálni a bélflórára, a gyulladásra és a mentális állapotra. Mivel kutatások rámutattak arra, hogy az antioxidánsok gyulladáscsökkentő hatással bírnak és hogy a gyulladással járó folyamatok hozzájárulnak a depresszió kialakulásához, ezért érdemes lenne azt is vizsgálni, hogy konkrét magas antioxidánstartalmú ételek fogyasztása hogyan hat a depressziós tünetekre. Az étrend és a depresszió összefüggését vizsgáló kutatásokkal kapcsolatban fontos megjegyezni, hogy torzíthatja az eredményeket az, hogy a depresszióval és stresszel küzdő személyek hajlamosabbak több feldolgozott élelmiszert és kevesebb teljes értékű ételt fogyasztani, tehát egy fordított ok-okozati összefüggés is megfigyelhető az étrend és a depresszió kapcsolatában (Tolkien, Bradburn, & Murgatroyd, 2019). A szakirodalomban megjelenő eredmények értékelésének egyik korlátja az, hogy a vizsgált kutatások különböző módszertani megközelítéseket alkalmaznak, például más módszereket használnak a depresszió, a szorongás és a kognitív képességek romlásának mérésére, ez pedig befolyásolhatja az eredményeket.

A jövőben fontos lesz azt is megvizsgálni, hogy milyen egyéb életmódbeli tényezők befolyásolják a bélflóra állapotát, amelyekről jelenleg esetleg nincs információnk, valamint hogy miben és milyen más mechanizmusokon keresztül hat a bélflóránk az agyműködésünkre, az étrendünk a bélflórára és a mentális állapotra, az étrendünk a gyulladással járó folyamatokra, és a gyulladással járó folyamatok a mentális állapotunkra. A bélflóra szerepének és működésének megértése fontos lépés az egészség holisztikus szemléletében. A mentális problémák, hangulatzavarok, szorongásos zavarok, fejlődési rendellenességek és neurodegeneratív betegségek hatékony kezelése érdekében nagyon fontos tisztában lennünk a bélrendszer működésével kapcsolatos kutatási eredményekkel és minél több vizsgálatot végeznünk a témával kapcsolatban.

## IRODALOMJEGYZÉK

- Afzal, M., Mazhar, S. F., Sana, S., Naeem, M., Rasool, M. H., Saqalein, M., Nisar, A. M., Rasool, M., Bilal, M., Khan, A. A., & Khurshid, M. (2020). Neurological and cognitive significance of probiotics: a holy grail deciding individual personality. *Future Microbiology*, 15(11), 1059-1074.
- Akbaraly, T. N., Brunner, E. J., Ferrie, J. E., Marmot, M. G., Kivimaki, M., & Singh-Manoux, A. (2009). Dietary pattern and depressive symptoms in middle age. *The British Journal of Psychiatry*, 195(5), 408-413.
- Akbari, E., Asemi, Z., Daneshvar Kakhaki, R., Bahmani, F., Kouchaki, E., Tamtaji, O. R., Hamidi, A. G., & Salami, M. (2016). Effect of probiotic supplementation on cognitive function and metabolic status in Alzheimer's disease: a randomized, double-blind and controlled trial. *Frontiers in aging neuroscience*, 8, 256.
- Argou-Cardozo, I., & Zeidán-Chuliá, F. (2018). Clostridium bacteria and autism spectrum conditions: a systematic review and hypothetical contribution of environmental glyphosate levels. *Medical Sciences*, 6(2), 29.
- Blaser, M. J. (2014). The microbiome revolution. *The Journal of clinical investigation*, 124(10), 4162-4165.
- Carlson, A. L., Xia, K., Azcarate-Peril, M. A., Goldman, B. D., Ahn, M., Styner, M. A., & Knickmeyer, R. C. (2018). Infant gut microbiome associated with cognitive development. *Biological psychiatry*, 83(2), 148-159.
- Chao, L., Liu, C., Sutthawongwadee, S., Li, Y., Lv, Chen, W., Yu, W., Zhou, J., Guo, A., Li, Z., & Guo, S. (2020). Effects of probiotics on depressive or anxiety variables in healthy participants under stress conditions or with a depressive or anxiety diagnosis: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Frontiers in neurology*, 11.
- Clapp, M., Aurora, N., Herrera, L., Bhatia, M., Wilen, E., & Wakefield, S. (2017). Gut microbiota's effect on mental health: the gut-brain axis. *Clinics and practice*, 7(4), 131-136.
- David, L. A., Maurice, C. F., Carmody, R. N., Gootenberg, D. B., Button, J. E., Wolfe, B. E. & Turnbaugh, P. J. (2014). Diet rapidly and reproducibly alters the human gut microbiome. *Nature*, 505(7484), 559-563.
- Deopurkar, R., Ghanim, H., Friedman, J., Abuaysheh, S., Sia, C. L., Mohanty, P., & Dandona, P. (2010). Differential effects of cream, glucose, and orange juice on inflammation, endotoxin, and the expression of Toll-like receptor-4 and suppressor of cytokine signaling-3. *Diabetes care*, 33(5), 991-997.
- Galland, L. (2014). The gut microbiome and the brain. *Journal of medicinal food*, 17(12), 1261-1272.
- Giem, P., Beeson, W. L., & Fraser, G. E. (1993). The incidence of dementia and intake of animal products: preliminary findings from the Adventist Health Study. *Neuroepidemiology*, 12(1), 28-36.
- Glick-Bauer, M., & Yeh, M. C. (2014). The health advantage of a vegan diet: exploring the gut microbiota connection. *Nutrients*, 6(11), 4822-4838.

- Halvorsen, B. L., Carlsen, M. H., Phillips, K. M., Bøhn, S. K., Holte, K., Jacobs Jr, D. R., & Blomhoff, R. (2006). Content of redox-active compounds (ie, antioxidants) in foods consumed in the United States. *The American journal of clinical nutrition*, 84(1), 95-135.
- Jennings, A., Cunnane, S. C., & Minihane, A. M. (2020). Can nutrition support healthy cognitive ageing and reduce dementia risk?. *Bmj*, 369.
- Jiang, C., Li, G., Huang, P., Liu, Z., & Zhao, B. (2017). The gut microbiota and Alzheimer's disease. *Journal of Alzheimer's Disease*, 58(1), 1-15.
- Joshu, W. (1987). The Effect of Whole Diet on Inflammation: A Close Look at How C-reactive protein Levels are Affected.
- Kamm, M. A. (2020). Processed food affects the gut microbiota: The revolution has started.
- Kelley, D. S., Rasooly, R., Jacob, R. A., Kader, A. A., & Mackey, B. E. (2006). Consumption of Bing sweet cherries lowers circulating concentrations of inflammation markers in healthy men and women. *The Journal of nutrition*, 136(4), 981-986.
- Lee, C. H., & Giuliani, F. (2019). The role of inflammation in depression and fatigue. *Frontiers in immunology*, 10, 1696.
- Lin, M. N., Chiu, T. H., Chang, C. E., & Lin, M. N. (2019). The impact of a plant-based dietary pattern on dementia risk: A prospective cohort study. *Innovation in Aging*, 3(Suppl 1), S734. Absztrakt.
- Lourida, I., Soni, M., Thompson-Coon, J., Purandare, N., Lang, I. A., Ukoumunne, O. C., & Llewellyn, D. J. (2013). Mediterranean diet, cognitive function, and dementia: A systematic review. *Epidemiology*, 479-489.
- MacFabe, D. F. (2012). Short-chain fatty acid fermentation products of the gut microbiome: implications in autism spectrum disorders. *Microbial Ecology in Health and Disease*, 23(1), 19260.
- Messaoudi, M., Lalonde, R., Violle, N., Javelot, H., Desor, D., Nejdi, A., & Cazaubiel, J. M. (2011). Assessment of psychotropic-like properties of a probiotic formulation (*Lactobacillus helveticus* R0052 and *Bifidobacterium longum* R0175) in rats and human subjects. *British Journal of Nutrition*, 105(5), 755-764.
- Meyyappan, A. C., Forth, E., Wallace, C. J., & Milev, R. (2020). Effect of fecal microbiota transplant on symptoms of psychiatric disorders: a systematic review. *BMC psychiatry*, 20(1), 1-19.
- Mhyre, R. T., Boyd, T. J., Hamill, W. R., Maguire-Zeiss, A. K. (2015). Parkinson's Disease. *Subcell Biochem*. 2012(65), 389-455.
- Percival, S. S., Vanden Heuvel, J. P., Nieves, C. J., Montero, C., Migliaccio, A. J., & Meadors, J. (2012). Bioavailability of herbs and spices in humans as determined by ex vivo inflammatory suppression and DNA strand breaks. *Journal of the American College of Nutrition*, 31(4), 288-294.
- Selkoe, D. J., & Lansbury Jr, P. J. (1999). Alzheimer's disease is the most common neurodegenerative disorder. *Basic Neurochemistry: Molecular, Cellular and Medical Aspects*, 6, 101-102.

- Shen, T., Yue, Y., He, T., Huang, C., Qu, B., Lv, W., & Lai, H. Y. (2021). The association between the gut microbiota and Parkinson's disease, a meta-analysis. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 13, 40.
- Tolkien, K., Bradburn, S., & Murgatroyd, C. (2019). An anti-inflammatory diet as a potential intervention for depressive disorders: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Nutrition*, 38(5), 2045-2052.
- Tooley, K. L. (2020). Effects of the Human Gut Microbiota on Cognitive Performance, Brain Structure and Function: A Narrative Review. *Nutrients*, 12(10), 3009.
- Tuohy, K. M., Fava, F., & Viola, R. (2014). 'The way to a man's heart is through his gut microbiota'—dietary pro-and prebiotics for the management of cardiovascular risk. *Proceedings of the Nutrition Society*, 73(2), 172-185.
- Wallace, C. J., & Milev, R. (2017). The effects of probiotics on depressive symptoms in humans: a systematic review. *Annals of General Psychiatry*, 16(1), 1-10.
- Watzl, B. (2008). Anti-inflammatory effects of plant-based foods and of their constituents. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*, 78(6), 293-298.
- Yano, J. M., Yu, K., Donaldson, G. P., Shastri, G. G., Ann, P., Ma, L., & Hsiao, E. Y. (2015). Indigenous bacteria from the gut microbiota regulate host serotonin biosynthesis. *Cell*, 161(2), 264-276.
- Ye, L., & Liddle, R. A. (2017). Gastrointestinal hormones and the gut connectome. *Current Opinion in Endocrinology, Diabetes, and Obesity*, 24(1), 9.