

## Mit csinál az agyunk, amikor tudja, hogy létezőnk?

# Agykutatás az örült génebesz előtt

Egyesek szerint az óriási emberi agy azért alakult ki, hogy a csoportban élő főemlős ügyesen be tudja csapni társait. Van, aki úgy véli, hogy a nyelv kialakulásának a megértése a tudomány előtt álló legnagyobb feladat, és nem az élet keletkezésének modellezése vagy a fizika egyesített elméletének létrehozása. És akad, aki azt mondja, az egyesített elmélet megoldása: a tudat hozza létre az időt és a teret. Mivel foglalkoznak ma az idegtudósok?

„A biológiai tudományok előtt álló végső kihívás, hogy megértsük a tudat és az elmeműködések biológiai alapjait – azokat a folyamatokat, amelyek lehetővé teszik az érzékelést, a cselekvést, a tanulást és az emlékezést” – írja *Az idegtudományok alapjai* című könyvében a memóriakutatásaiért 2000-ben Nobel-díjjal kitüntetett, jelenleg kognitív serkentőket fejlesztő *Eric Kandel*. Az elmúlt évezred végén meghirdetett „Az agy évtizede” során sok apróbb-nagyobb részletet tudunk meg legrejtélyesebb szervünk működéséről, az új évezred pedig az „Az elme évtizede”-vel kezdődött. Ennek célja, hogy kiderüljön, az összetevők hogyan integrálódnak egésszé. A kutatók agyfejlődést irányító karmestergénekről, neuronhálózatokról, integrátor agyterületekről beszélnek, ennek ellenére alig tudunk valamit arról, hogy ezek miként hozzák létre a viselkedést, a gondolkodást, az érzelmeket vagy a tudatot.

### Az egér nyelvgenje

„Nem ismerjük, milyen módon történik a beszédértés és a beszéd végrehajtása, milyen számításokat végez eközben az agy, holott elsősorban a nyelvkészség tett bennünket emberré. A nyelv szövevényes szintaxis és szimbolikus referencia együttese, azaz komplikált mondatokat képezünk és általában önkényes megfeleltetést hozunk létre a szavak és a szavak által jelölt dolgok között. Egyébként a genetikai kód esetén is önkényes, ahogy egy-egy triplet meghatároz egy aminosavat” – asszociál az elméleti evolúcióbíológus *Szathmáry Eörs*. „Vagy itt van a bonyolult gondolkodás kérdése: miként történik az, hogy kapunk egy rejtvényt, órákig gondolkodunk rajta, majd hirtelen beugrik a megoldás; hogyan kódolja az agy a szimbólumokat – ezekkel kapcsolatban mind sötétben tapogatózunk” – folytatja az ELTE tanára. „Tudjuk viszont, hogy durván 100 ezer éve alakult ki a nyelvkészség egy nagy evolúciós átmenet során, aminek az alapja egy viszonylag kis genetikai módosulás lehetett: megváltozott néhány szabályozó gén, ami radikális változást eredményezett az általuk szabályozott gének működésében, a fenotípusban. Bámulsos, hogy a gének indirekt hatása az agyra – van összesen 30 ezer

gén és több milliárd neuron – olyan erős, hogy bármelyik kognitív képességünk esetén elég jól mérhető öröklékenységet találunk.”

A gének és az agyműködés közötti összefüggés komplexitásának érzékeltetésére jó példa a „nyelvgen” működése. 2001-ben *Cecilia Lai* és munkatársai egy súlyos nyelvi zavarban szenvedő családot vizsgálva fedezték fel a FOXP2 gént. A családtagoknak motoros és beszédértési problémáik egyaránt voltak, más tünetek azonban nem. A kutatók számára meglepetést okozott, hogy azóta sokféle gerinces állat genomjában megtalálták a FOXP2-t, azaz úgy tűnik, a speciálisan emberi készség alapja egy univerzális kommunikációs gén. *Polly Campbell* és munkatársai megvizsgálták, hol fejeződik ki a nyelvgen az egéragyban. A gén nagy mennyiségben íródik át a kisagyban és a limbikus rendszerben, azonban egyáltalán nem az arc- és gégeizmok kontrolljéért felelős területeken. A talamuszban erős a nyelvgen aktivitása, ami az érző és mozgató funkciók integrálásában játszott szerepére utal. „Habár a FOXP2-t nyelvgennek nevezték el, ezek az eredmények arra hívják fel a figyelmet, a viselkedés jóval bonyolultabb annál, hogy egyetlen gén működésével kössünk össze egy komplex magatartást” – kommentálja Cambellék vizsgálatát a *Scientific American* júliusi számának cikke.

Sőt, a másik szélsőségre, a poligén meghatározottságra is akad friss példa: a *Nature* július 1-jén jelentette meg az International Schizophrenia Consortiumba tömörült 26 intézet kutatóinak eredményét, akik hétezer személy genomját megvizsgálva a skizofrénia és a bipoláris zavar hátterében mintegy 30 ezer lehetséges allél



Fotó: Dreamstime

találtak. A kutatók egyrészt meglepődtek azon, hogy ilyen nagy a két betegség kockázatát meghatározó gént változatok száma, azaz messze még a genetikai gyorstesztek ideje, másrészt azt az eredményt sem várták, hogy a két említett betegség mögött ugyanaz a genetikai mintázat áll.

Régóta vizsgálják az IQ örökölhetőségét is; jelenleg azt mondják, fele-fele arányban határozza meg a környezet, illetve a háttérben felelősnek talált több száz gén.

Azon a kérdésen túl, hogy milyen gének, milyen arányban határoznak meg egy-egy kognitív tulajdonságot, azt is nagy intenzitással keresik a különböző fMRI-s vizsgálatok, hogy az illető képesség hol székel az agyban. Az intelligenciával kapcsolatos legújabb megállá-

pítás: mindenhol. Holland kutatók tanulmányozták, milyen összefüggést mutat az IQ és a szinapszisok hálózata, és rájöttek, hogy a legintelligensebbeknek nem több az összeköttetés az agyukban, hanem jobban szervezett, hatékonyabb a szinapszisok hálózata (*Journal of Neuroscience*). Kanadai kutatók azt találták, hogy a magas intelligenciával rendelkezőknél az integrációban szerepet játszó multimodális asszociációs agyterületek vastagabbak (*Sherif Karama, Intelligence*, 2009. március).

A hálózatok kutatása fontos irány az idegtudományban. A július elején hazánkban megrendezett 28. Nemzetközi Epilepszia Kongresszuson is azt hangsúlyozták, hogy a rendellenesség kialakulásában nem a szűken körülírt

sejtcsoportok, hanem az ideghálózatok játszanak szerepet. „Az epilepszia némely igen súlyos formája a manapság nagy intenzitással kutatott hippokampuszból ered” – mondja *Szabadics János* molekuláris biológus, aki a Magyar Tudományos Akadémia Lendület Programja és a Wellcome Trust segítségével most alakít kutatócsoportot a Kísérleti Orvostudományi Kutatóintézetben. Az USA-ból hazatért, „agyvisszaszívott” tudós hozzáteszi: „a hippokampusz azon idegsejthálózata, amelyek felelősek az epilepsziás kislékek elindításáért, normál esetben fontos szerepet játszanak bizonyos tanulási és tájékozódási folyamatokban, azonban nem ismerjük e folyamatok alapvető sejtmechanizmusait. Ezen agyterület szinaptikus hálózatainak feltérképezésén fogunk dolgozni patch clamp technikával, és remélhetőleg hozzájárulunk annak megismeréséhez, mi vezet az epilepszia kialakulásához. A módszer lehetővé teszi akár egyetlen ioncsatorna működésének mérését és akár kis neuronhálózatok pontosabb megismerését is.”

A kongresszus másik fő témája a bioritmusok és az epilepszia kapcsolata volt. „Vannak epilepsziával élő betegek, akiknek a rohamai kizárólag alvás közben jelentkeznek, s ezért nehezen felismerhetők. Más betegeknél az alvás kimaradása okozhat epilepsziás rohamokat” – indokolta a témaválasztást *Jerney Judit*, a Magyar Epilepszia Liga elnöke.

### Visszatekert idő

„Ma sem tudjuk, mire jó az alvás és az álmódosítás – mondja *Détári László*, az ELTE Neurobiológiai Tanszékének vezetője –, de óriási változások mutatkoznak abban, ahogyan az alvás alatti agyműködést értelmezzük. A közelmúltban az is kiderült, hogy nemcsak a gyors szemmozgásos alvásban van álom, hanem a mély álomban is, ám ezek mások: racionálisabbak és irányíthatóbbak.”

„Jelentős lépés volt az up and down váltakozás felfedezése: a mély alvás közben az agykérgi neuronok időnként hiperpolarizálódnak, inaktíválódnak, máskor az éber állapothoz hasonló mértékben aktiválódnak. Ezeknek az állapotoknak a váltakozása az EEG-ben nagy, lassú hullámokként jelenik meg. Azt még nem tudjuk, mire jó ez a lassú kérgi ritmus – folytatja az alváskutató –, de alvásdepriváció után a hullámok mérete, gyakorisága jelentősen megnő, vagyis kapcsolatban vannak az alvás funkciójával, ezért jó lenne megérteni, hogyan keletkeznek.” *Détári László* sejtszintű kutatja a biológiai óra működését, kidolgozta az egysejt-aktivitás

### Neuroteológia

Az elmúlt években érdekes nevű új tudományágak is virágzásnak indultak. A neuroteológia a hit és a vallásos élmény idegrendszeri korrelátumait vizsgálja. *Dimitrios Kapogiannis* az USA Nemzeti Egészségügyi Intézetében (NIH) fMRI segítségével istenhívők agyát vizsgálva arra a következtetésre jutott, hogy imádkozás közben olyan agyterületeik aktívak, amelyek egyébként csak akkor, ha az illető személyekkel kommunikál vagy ilyen kommunikációt képzel el. *Rick Strassman* pszichiáter a DMT által kiváltott spirituális élményeket kutatja. A szerotoninszerű dimetiltriptamin sokféle növényben előfordul, és az egyetlen hallucinogén, amelyet az emberi szervezet is előállít; a szerepét egyelőre nem ismerjük. Strassman szerint elképzelhető, hogy a DMT a felelős a testen kívüli és a halál közeli élményekért, a misztikus víziókért. Csak az emberek egyharmadának vannak spontán misztikus élményei, azaz olyanok, amelyek kialakulására nem segítettek rá valamilyen technikával: éhezéssel, sokórás táncsal, szenzoros deprivációval, hallucinogének fogyasztásával. Az emberiség természetes misztikus kapacitása, elmélkedik Strassman, a DMT előállítását szabályozó gének módosításával fokozható. „Egy okos, gátlástalan génebesz az emberiséget akarata ellenére is misztikus látókká változtathatja, csak olyan vírussal kell megfertőzőn mint, amely hordozza a megfelelő metiláló enzimek génjét.”

