

## Kitekintés

### MILYEN NYELVEN BESZÉLNEK A BABÁK?

A szakirodalomban számos tanulmány található arról, hogy a gyerekek hogyan tanulnak meg beszélni. A Harvard University és a Massachusetts Institute of Technology (MIT) kutatói bizonyos értelemben az inverz problémával foglalkoztak: azt vizsgálták, hogy a felnőttek mennyit értenek meg kisgyerekek gügyögéséből.

Amikor a gyermekek beszélni kezdenek, néhány hangot adnak csak ki, a felnőttek gyakran mégis érteni vélik, hogy mit is akarnak mondani, és igyekeznek ennek megfelelően cselekedni.

A kutatók több ezer órányi, egy és három év közötti gyermek-felnőtt intrerakcióról készült hangfelvétel, illetve ezek átiratai alapján számítógépes modelleket készítettek, amelyekkel azt kívánták visszafejteni, hogy hogyan értelmezik a felnőttek a gyermekek mondanivalóját. Azok a modellek, amelyek csak a gyerekek által ténylegesen produkált hangokon alapultak, viszonylag rosszul jósolták meg, hogy a felnőttek szerint mit is akartak közölni. A legsikeresebbek azok voltak, amelyek korábbi beszélgetések hosszú részletei alapján készítettek előrejelzéseket. Az eredmények szerint a felnőttek beszélgetési kontextusának megértése és a gyermekek általánosan használt hibás kiejtései ismerete kritikus fontosságú ahhoz, hogy megértsük a gyermekek korai nyelvi erőfeszítéseit.

Meylan, Stephan C. – Foushee, Ruthe – Wong, Nicole H. et al.: How Adults Understand What Young Children Say. *Nature Human Behaviour*, 2023. DOI: 10.1038/s41562-023-01698-3

### A MEMÓRIA KARMESTERE

Vajon hogyan lehetséges, hogy az agy szinte egyidejűleg képes új emléknymokat rögzíteni, és régieket előhívni? Hogyan lehetséges például, hogy miközben megyünk valakivel az utcán, fel tudjuk idézni, hogy aznap szívesen ment-e be a gyerek az óvodába, de közben megjegyezzük útvonalunkat is? És ehhez tudatos erőfeszítésre nincs is szükség.

Az agy a memóriatárolást és -előhívást egymást átfedő struktúrák segítségével és rendkívül gyors váltásokkal oldja meg. Másodpercenként kb. nyolc-tíz alkalommal váltogatja az új emléknymok beírását, illetve a régebbiek „lekérdezését”. Ezek a gyors váltások a memóriaműködésekben kulcsszerepet játszó hippokam-

pusz nevű agyterület ún. CA1-régiójában másodpercenként nyolc-tízszer megjelenő ciklusos agyhullámok formájában regisztrálhatók. Ezek az ún. theta-oszcillációk. A ma leginkább elfogadott elmélet szerint a theta-ciklusok csúcseinél elsősorban memóriatárolás, míg mélypontjainál felidézés történik. A neurobiológusok már eddig is tudták, hogy a CA1-régió az egyes theta-ciklusok e különböző fázisaiban eltérő agyterületekkel kommunikál, de az nem volt világos, hogy „honnan tudja”, hogy mikor melyikkel kell beszélnie ahhoz, hogy a tárolás és az előhívás ne zavarja egymást.

A Magyar Kutatási Hálózat Kísérleti Orvostudományi Kutatóintézetének neurobiológusai Hangya Balázs kutatóorvos vezetésével megállapították, hogy ezekben a kódolási és előhívási folyamatokban egy, az agykéregnél ősbibb, az előagy közepén található, mediális szeptum nevű agyterület játszik kulcsszerepet. A University of Oxford kutatóival együttműködve pedig azonosították azt a két fő agyi útvonalat, amelyen keresztül a mediális szeptum befolyásolja a hippocampusz CA1-régiójában a theta-hullámokba beékelődő, az emléknymok felidézését és tárolását kísérő még gyorsabb agyhullámok, az ún. gamma-oszcillációk tulajdonságait. A mediális szeptum tulajdonképpen a gamma-oszcillációk módosításán keresztül értesíti a CA1-régiót, hogy a zavartalan kódolási és előhívási folyamatok érdekében mikor, melyik agyterülettel kell kommunikálnia.

A kutatók szerint felfedezésükkel jelentősen hozzájárultak a memóriával kapcsolatos folyamatok jobb megértéséhez, ami hosszú távon esélyt adhat arra, hogy a szellemi leépüléssel járó betegségek, például az Alzheimer-kór kezelésében új stratégiák szülessenek.

Király Bálint – Domonkos Andor – Jelítai Márta et al.: The Medial Septum Controls Hippocampal Supra-Theta Oscillations. *Nature Communications*, 2023. 14, 6159. DOI: 10.1038/s41467-023-41746-0, <https://www.nature.com/articles/s41467-023-41746-0>

## MENOPAUAZ A CSIMPÁNZOKNÁL IS ELŐFORDUL

A nyugat-ugandai Kibale Nemzeti Parkban vadon élő Ngogo-közösségnek nevezett csimpánzokat két évtizede tanulmányozó kutatócsoport a *Science* című folyóiratban jelentette meg, hogy a populáció nőtényei megtapasztalhatják a menopauzát és a reprodukciós időszakon túlmutató túlélést. Ezt megelőzően ilyen csak néhány bálnafajnál, a főemlősök közül pedig csak az embernél találtak.

Ezek az új demográfiai és fiziológiai adatok segíthetnek a kutatóknak jobban megérteni, hogy a termékenység utáni túlélés és a menopauza miért fordul elő a természetben, és hogyan alakult ki az emberi fajban.

Az emberi posztmenopauzális túlélés létezésének magyarázatára gyakran az ún. „nagy-mama hipotézist” használják, amely szerint a termékenység utáni éve-

ikben lévő nők képesek lehetnek több gént továbbadni azáltal, hogy gondoskodásukkal segítenek saját gyermekeiknek az utódok számának növelésében, vagy közvetlenül az unokákról gondoskodnak, növelve ezáltal az unokák túlélési esélyeit. És valóban, az emberi nagymamákról szóló számos tanulmány megállapította ezeket a pozitív hatásokat. A csimpánzok azonban egészen másképp élnek, mint az emberek. Az idősebb nőtény csimpánzok jellemzően nem élnek a lányaik közelében, és nem gondoskodnak az unokákról, ugyanakkor a nőgói nőtények élettartama gyakran nem csak a szülőképes életkor végéig tart.

A kutatók 185 nőtény csimpánz halálozási és termékenységi mutatóit vizsgálták az 1995 és 2016 között gyűjtött demográfiai adatok alapján. Az összes megfigyelt nőtény esetében kiszámították a felnőtt életnek a reprodukció utáni állapotban töltött részét, és 66 különböző reproduktív állapotú és korú, 14 és 67 év közötti nőtény vizeletmintájában megmérték a hormonszinteket. A tanulmányhoz szükséges megfigyelések és minták összegyűjtéséhez több ezer órányi terepmunkára volt szükség Ngogóban.

Wood, Brian M. – Negrey, Jacob D. – Brown, Janine L. et al.: Demographic and Hormonal Evidence for Menopause in Wild Chimpanzees. *Science*, 27 Oct 2023. 382, 6669. DOI: 10.1126/science.add5473, <https://www.science.org/doi/10.1126/science.add5473>

### FOLYÓK BOLYGÓJA, A MARS

A már több mint tizenegy éve a Marson munkálkodó Curiosity rover adatainak újfajta elemzése azt mutatja, hogy a Mars mai krátereinek nagy része egykor folyó lehetett – állítják amerikai kutatók (The Pennsylvania State University). A Mars szerintük a „folyók bolygója” volt.

Benjamin Cardenas és Kaitlyn Stacey műholdas adatok, a Curiosity által készített felvételek, és a Mexikói-öbölben a tengerfenéken évmilliók alatt lerakódott közetrétegek 3D-s szkennelésével kapott képek együttes elemzésére képes számítógépes modellt konstruáltak, és a Marson évezredek alatt lezajlott eróziót ennek segítségével szimulálták. Így jutottak arra a következtetésre, hogy a gyakori kráterformációk – az úgynevezett pad- és orrformák – nagy valószínűséggel ősi folyómedrek maradványai.

A Marsról származó műholdas adatok korábbi elemzése során az ősi folyami lerakódások lehetséges jelöltjeiként a folyami gerincnek nevezett eróziós domborzati formákat azonosították. A Curiosity rover által a Gale-kráterben gyűjtött adatok felhasználásával azonban ez a kutatócsoport olyan folyami lerakódásokra utaló jeleket talált, amelyek nem a folyami gerincekhez kapcsolódnak, hanem inkább olyan pad- és orrformákhoz, amelyeket eddig még soha nem hoztak összefüggésbe ősi folyami lerakódásokkal.

A számítógépes modell megtervezésekor Cardenasék új felhasználási módot találtak a Föld rétegzettségéről készült huszonöt éves felvételek számára. Az olajvállalatok által a Mexikói-öböl tengerfenekéről gyűjtött felvételek alkalmasnak bizonyultak a Marssal való összehasonlításra.

A Földön rögzített, tényleges rétegtani felvételek 3D-s szkennelésével a Marsé-hoz hasonló eróziót szimuláltak. Amikor lefuttatták a szimulációt, a modell olyan marsi eróziós tájakat mutatott, amelyek nem folyóvízi gerinceket, hanem inkább topográfiai padkákat és orrokat képeztek, és szinte azonosnak tűntek a Curiosity rover által a Gale-kráter belsejében megfigyelt domborzati formákkal.

Cardenas szerint kutatásuk azt jelzi, hogy a Marson sokkal több folyó lehetett, mint korábban hitték, és ez minden bizonnyal optimistább képet fest az ősi marsi élet lehetőségéről. Ez olyan víziót kínál a Marsról, amely szerint a bolygó nagy részén egykor az élet számára megfelelő körülmények uralkodtak.

Cardenas, Benjamin T. – Stacey, Kaitlyn: Landforms Associated with the Aspect-Controlled Exhumation of Crater-Filling Alluvial Strata on Mars. *Geophysical Research Letters*, 2023. 50, 15, DOI: 10.1029/2023GL103618, <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2023GL103618>

### AMIKOR A VEZETŐ ELEKTRONOK LÁGYÍTJÁK AZ ANYAGOT

Az anyagok keménységét a szomszédos atomok elektronjai között kialakuló kémiai kötések erőssége határozza meg. A gyémánt azért az egyik legkeményebb közismert anyag, mert nagyon erősek a szomszédos szénatomok közötti kötések. A többféle atomot tartalmazó összetett vegyületekben kialakuló kötések a kvantummechanika törvényeivel írhatók le, és a jelenleg a kutatások élvonalában szereplő összetett anyagokat „kvantumanyagoknak” nevezik.

Sok kvantumanyagban erősen kötött atomok rétegei választják el azokat a rétegeket, amelyekben az anyagban lévő elektronok egy kis részhalmazának köszönhetően áram folyhat. A jelenlegi elképzelések szerint az erősen kötött rétegek határozzák meg ezen anyagok keménységét, mivel az áramvezető elektronoknak merev atomi hátteret, úgynevezett rácsot biztosítanak, amelyben áramolhatnak.

Az áramló elektronok és a rács egymással kölcsönhatásban vannak, és ha a rács valamilyen okból megváltozik, az hatással lesz az áramvezetésre. Ha az áramló elektronok erős kölcsönhatásba lépnek egymással, spontán módon megváltoztathatják az árammintákat, de ha ez történik, a rácsra gyakorolt hatás általában nagyon gyenge. Sőt, mivel a rácskötés általában olyan erős, gyakran úgy gondolják, hogy a rács dominál az áramló elektronok felett, és sokszor még a rács nagyon gyenge változását is az árammintázat változásának mozgatórugójaként tekintik.

---

A drezdai Max Plank Institute for Chemical Physics of Solids kutatói egy ilyen összetett anyagot, a stroncium-rutenátot vizsgálva egyértelmű bizonyítékot találtak olyan esetre, amikor az áramvezetésben részt vevő elektronok határozzák meg az anyag keménységét, mintegy lágyabbá teszik azt.

Noad, Hilary M. L. – Ishida, Kousuke Y. – Li, You-Sheng et al.: Giant Lattice Softening at a Lifshitz Transition in Sr<sub>2</sub>RuO<sub>4</sub>. *Science*, 26 October 2023. DOI: 10.1126/science.adf3348