

# Futtában borotválni a nyulat, avagy mozgásuk közben mérni az agysejteket

 [mta.hu/tudomany\\_hirei/futtaban-borotvalni-a-nyulat-avagy-mozgasuk-kozben-merni-az-agysejteket-107286](https://mta.hu/tudomany_hirei/futtaban-borotvalni-a-nyulat-avagy-mozgasuk-kozben-merni-az-agysejteket-107286)

A Rózsa Balázs és kutatótársai által kidolgozott eljárással éber, szabadon viselkedő állatok a mozgástól folyamatosan rezgő agyának nagy idegsejthálózatai vizsgálhatók három dimenzióban – a korábban ismert optikai technikáknál csaknem egymilliószor gyorsabban. Eredményüket a *Neuron* kiemelt témái között közölte.

Napjainkban a központi idegrendszeri betegségek és betegségnek még nem tekinthető problémák (mint például az alvászavar) emésztik fel az orvosi ellátásra költött legnagyobb összegeket. Ráadásul a legtöbb gyógyszer csak tüneti, nem pedig oki kezelést jelent a felmerült problémákra. Mindenképpen szükséges agyunk működésének mélyebb megismerése, hogy hatékonyabb és szelektívebb, végleges megoldást adó gyógymódokat tudjunk kifejleszteni.

Jelenleg azonban még nincsenek a kezünkben az agy megismeréséhez szükséges megfelelő eszközök. Azoknak a berendezéseknek, amelyek nagy térfogatban mérnek, mint a jól ismert MRI, nem elég jó a térbeli feloldásuk, hiszen minden egyes mért elemi térfogategységben több tízezer sejt aktivitását mossa egybe a berendezés. A sokcsatornás elektródarendszerek pedig egyrészt jelentős roncsolással járnak, másrészt nem lehetséges pontosan beazonosítani, honnan, azaz pontosan mely és milyen típusú sejtekből származik az információ.

## Megzabolázní a rezgő agyat

Az egyik legígéretesebb módszer egy kvantummechanikai jelenségre, az úgynevezett kétfoton-effektusra épít, amelynek segítségével több mint 1,5 mm-es mélységig be lehet látni az agyba, ezért a kísérleti állatok agykérgét akár teljes vastagságában lehet mérni. Ennek alkalmazásával magyar kutatók dolgozták ki a világon először azt az eljárást, amely lehetővé teszi, hogy éber, szabadon viselkedő állatok a mozgástól folyamatosan rezgő agyából lehessen az idegsejtek nagyméretű hálózatának az aktivitását a korábban alkalmazott optikai technikáknál csaknem egymilliószor gyorsabban mérni három dimenzióban. A módszer segítségével lehetővé vált éber állatokban akár több száz, sőt több ezer idegsejt vagy sejtnyúlvány egyidejű térbeli mérése, ezáltal az agy információkódolásának megismerése nemcsak egészséges állatokban, hanem különféle betegségekben is. Az eredményt a *Neuron* című folyóirat közölte.

A kutatók számára az jelentette a legnagyobb kihívást, hogy az emberi agyhoz hasonlóan a kísérleti állatok agya is rugalmasan van felfüggesztve a koponyán belül, ezért a szívverés, a légzés, de főleg az éber állapotban végzett fizikai tevékenységek során igen nagy, a sejtek és sejtnyúlványok méretét akár százszorosan is meghaladó kitérésű elmozdulások keletkeznek. Ezek a mozgások pedig teljesen „el tudják mosni” az agy működéséről készített felvételeket.

Az elmosódás, illetve sok esetben teljes információvesztés fő oka, hogy az eltérő információt kódoló sejtek és sejtnyúlványrészek igen tömötten, mindössze néhány 100 nm-es távolságban helyezkednek el az agyban, meglehetősen szorosan és olyan összevisszaságban, mint a spagetti egy edényben. Ugyan az elmúlt években két dimenzióban, azaz egyetlen síkban már sikerült kezelni az információ elmosódásának problémáját, vagyis stabilizálni a képet, térbeli mérések során erre nem volt lehetőség, mert eddig az egyetlen, élő állatokon is jól használható, gyors, háromdimenziós mérési módszer csak adott pontokban, illetve kis femtoliteres térfogatelemekben mért (ezt a módszert 2012-ben a *Nature Methods*-ben közölték). Ugyanakkor e kis kiterjedésű térfogatelemek az agy sok mikrométeres elmozdulásai miatt a mozgások során teljesen rossz helyről gyűjtik az információt, így természetesen az információ nem releváns.

## Mikroszkóp karácsonyfával

Rózsa Balázs és Katona Gergely kutatócsoportjai Szalay Gergely és Judák Linda részvételével kidolgoztak egy olyan új matematikai eljárást és egy arra épülő térbeli lézervezérési módszert, amely összetett nemlineáris vezérlőjelek segítségével lehetővé teszi a mérési pontok gyors mozgását térbeli görbék mentén. Mindezt a kutatók által kifejlesztett, háromdimenziós akusztóoptikai mikroszkóp teszi lehetővé.

Az új eljárás segítségével a szétszórta mérési pontok halmazát különféle térbeli szalagokká vagy térfogatelemekké lehet alakítani, és ezeket az elemeket tetszőleges kombinációban felhasználva térbeli méréseket végezni. Ahogy karácsonykor a fát díszítik fel, úgy lehet az ágas-bogas faszerkezetet mutató idegsejtekre ezeket a különféle szalagokat, térfogatelemeket ráfeszíteni, amelyek mentén a mérés megtörténik. A módszer lényege tulajdonképpen az, hogy mozgás közben a mérni kívánt terület e térfogatelemeken belül marad, így nem vesz el az információ.

Mindez lehetővé teszi fizikai tevékenységeket végző állatok mozgó agyában a fiziológiás aktivitás mérését és a mozgás okozta zajok eltávolítását. A mérések szerint a kutatók módszerükkel több mint egy nagyságrendnyi javulást tudtak elérni a jel minőségében (a jel/zaj hányadosban). Továbbá hat új háromdimenziós szkennelési módszert fejlesztettek ki, amelyeknek köszönhetően nemcsak pontokból, hanem térben tetszőlegesen elhelyezett és flexibilisen mozgatható szalagokból, négyzetekből, kockákból, deformált hasábokból is lehet mérni. Módszereik lehetővé teszik, hogy a Rózsa Balázssék által 2012-ben az agy háromdimenziós mérésére felállított sebesség-világrecordot (amely már éppen elegendő az agy gyors működésének megismeréséhez) ne csak altatott, hanem éber, viselkedő állatokon is használni tudja az agykutatás.

## **Bővülő magyar csapat**

Az orvosokból, villamos-, gépész-, optikai tervező-, informatikai mérnökökből, diákokból álló multidiszciplináris csapat jelenleg olyan megoldásokon dolgozik, amelyek lehetővé teszik, hogy a technológiát a közeljövőben a humámdiagnosztika és terápia területén hasznosítsák. A folyamatosan bővülő kutató és fejlesztő csapat, amely nemrég avatta fel új fejlesztőközpontját, és egy újabb központ építésébe is belevágott Pécssett, örömmel fogadja lelkes diákok, kollégák jelentkezését.

Rózsa Balázssék ma már nem csupán agy- és idegrendszeri kutatási eredményeikről ismertek, hanem a hazai innovációs ágazatban betöltött szerepükről is. Elképzeléseik között olyan magyarországi kutatás-fejlesztési ökoszisztéma létrehozása is található, amely hazánkat az ágazat regionális, közép-kelet-európai központjává emeli. Jelenleg egy inkubációs projekten dolgoznak, amely a biotechnológiai ágazat hazai és kelet-európai szereplőinek támogatásán keresztül kívánja integrálni a térséget a nemzetközi tudástranszfer-hálózatokba. A terveikben szereplő „inkubációs hub” finanszírozással, európai uniós támogatásokkal és adókedvezménnyel, valamint szakmai és üzleti tanácsadással segítené a korai szakaszban lévő technológiai vállalkozásokat. Arra ösztönzik a hazai kutatókat, hogy merjenek kilépni az egyetemek és kutatólaboratóriumok keretei közül, és kutatási projektjeiket akkor tekintsék lezártnak, ha választ adtak eredményeik alkalmazhatóságára a mindennapokban.