

# *Az idegrendszeri plaszticitás*

## **BEVEZETŐ**

Lénárd László

az MTA levelező tagja, egyetemi tanár  
PTE ÁOK Élettani Intézet

Maga a szó – plaszticitás – képlékenységet, formálhatóságot, tanulékonytságot jelent, tágabb értelemben a plaszticitás az alkalmazkodást szolgálja. Ma már tudjuk, hogy az idegrendszer hallatlan plaszticitási képességekkel rendelkezik: szenzoros információk hatására vagy éppen azok hiányában működése átalakul, és ez igaz az elemi neuronális jelenségekre, szinaptikus működésekre, a lokális hálózatokra, de a rendszerszintű működésekre is. Közismert, hogy a vak emberek tapintással való felismerési képessége hallatlanul precíz, sokkal jobb, mint az átlagembereké. Az idegrendszeri pályák és alapkapcsolatok felépítése, a „huzalozás” genetikai program szerint valósul meg, de az egyéni élet során az adott ingerkontextusok, válaszgenerációk, és az ezek alapján működő visszacsatolás megváltoztatja magát a struktúrát és a működést is. Így tehát – legalábbis az emlősök esetében – nyitott genetikai programról beszélhetünk, ami embernél a „legnyitottabb”, mivel egyedfejlődése (és idegrendszeri kapcsolatainak fejlődése) elhúzódó. Az idegrendszer fejlődése mellett a tanulás, a memória, sőt maga a percepció is a plaszticitás fogalomkörébe tartozik. A tanulási folyamat során megerősödik adott pályarendszerek és szinaptikus hálózatok aktuális együttműködése, míg más működési fázisok jelentősége irrelevánssá válik. E

folyamatok mögött elemi molekuláris biológiai, neurokémiai és elektrofiziológiai jelenségek állnak, melyeket az asszociáció, facilitáció, reverberáció, a gátlás és a gátlás gátlása fogalmakkal írunk le. Az elmúlt évtizedek kutatásainak köszönhetően számos, az idegrendszer működésével kapcsolatos axióma dőlt meg. Kimutatták, hogy az idegsejtek képződése még embernél sem zárul le a prenatális életben. Számos kísérleti adat igazolja, hogy a korai fejlődés során az agyban idegsejt-„túlkínálat” van, amíg szelekció révén az érett idegrendszer ki nem alakul. Bizonyos idegsejtek és sejtcsoportok „vándorolnak” végleges helyük felé, a neuronok nyúlványai (dendritek és axonok) meghosszabbodnak, hogy új kapcsolatokat alakítsanak ki. Ennek talán legszebb példája a kisagygi kúszórost és a Purkinje-sejt dendritfa kapcsolatrendszere: a korai fejlődés során a kúszórost szabályosan „felkúszik” az egyre terebélyesebb dendritfára, hogy az átlagosan mintegy háromszáz szinaptikus kapcsolatát kialakítsa. A Dale-törvény sem axióma többé; közismert, hogy egyetlen preszinaptikus végződésből akár többfajta transzmitter is ürülhet. Ugyancsak megdőlt az a korábbi tétel, hogy az érett idegrendszer nem képes regenerációra. Foetalis agyi sejtek transzplantációja után pedig a sérült működés bizonyos fokú javulása tapasztalható.

A plaszticitás fogalomkörébe beletartozik a látszólag annak ellentmondó „kritikus érési periódusok” fogalma is: nevezetesen az agyműködés normális kialakulásához az egyedfejlődés során adott időben (az idegrendszer adott fejlődési fázisában) adott ingerkontextusok (ingergazdag környezet) jelenléte alapvető. Megvonásos (deprivációs) kísérletek százai igazolják, hogy a végtag-ízletek térbeli helyzetének felismerésétől a látórendszeri alakfelismerésig igaz ez a tétel. A szenzoros deprivációs vizsgálatokból azonban magatartási és szociológiai következtetések is adódnak: csecsemőknél és kisgyermekeknél az ingerszegény környezet, az elhanyagoltság, a törődés hiánya esetleg az egész életre kiható következményekkel járhat, amit aszociális viselkedés, magatartási zavarok (például az anyai magatartás zavarai) és beilleszkedési problémák jeleznek. Bár a „kritikus érési periódusok” jelentősége rendkívül fontos, mégsem abszolút, mert az egyéni élet során folyamatosan zajlik a tanulás, és idősebb korban is kiváló eredményeket lehet elérni. Az időskori tanulás szép példája napjainkban az arra motivált idős emberek számítástechnikai ismereteinek megszerzése. A jó pap tehát holtig tanul, a megfelelő életminőség fenntartásához az agyműködést állandóan tornásztatni kell. Bár a korai tanulás alapvető, gyakorlással a teljesítmény idősebb korban is javítható.

Az idegrendszeri plaszticitás témaköre könyvtáryi irodalmi adatot tartalmaz, az idevágó új adatok mennyisége exponenciális meredekséggel emelkedik. E tematikus számban, nyolc dolgozat formájában szeretnénk rövid összefoglalást adni a plaszticitás különböző vonatkozásairól. Freund Tamás dolgozata a jel-zaj viszony és a zajszűrés kapcsolatán a tanulási és memóriafolyamatokhoz kapcsolt agyi elektromos aktivitásmintázatok generálódásának celluláris és neuronhálózati mechanizmusaival foglalkozik. A következő írás a katecholaminergias rendszerek, az

idegrendszer „öregedése” és az idegsejt-transzplantáció kérdéseit elemzi. Toldi József dolgozata a szomatoszenzoros kérgi reprezentáció változásairól, az újszülött, illetve felnőtt állatokon végzett kísérletes beavatkozásokat követő reprezentációs plaszticitásról, valamint a szenzoros modalitások kérgi képviselőiteinek kölcsönhatásairól ad összefoglalást. Két dolgozat is foglalkozik a humán látórendszeri plaszticitás kérdéseivel. Benedek György és munkatársai a vizuális kontrasztérzékenység vizsgálatával bemutatják, hogy a szkotopikus kontrasztérzékenység fejlődése lassabb ütemben zajlik, mint a fotopikusé, ami a magnocelluláris vizuális pályák későbbi érésére és fokozottabb plaszticitására utal. Kozma Petra és Kovács Ilona cikke a vizuális perceptuális tanulás kapcsán a kontúrintegráció és az irányspecifikus tanulás kérdéseivel foglalkozik. Eredményeik azt igazolják, hogy a vizuális téri integrációban részt vevő mechanizmusok felnőtt korban is plasztikusak. Hátori József cikke átfogó képet ad az idegrendszeri plaszticitás kérdéseiről és azon főbb tényezőkről, amelyek lehetővé teszik az emberi agy rendkívüli plaszticitását. Saját kísérletes eredményei mellett számos újabb, és rendkívül érdekes, de kevésbé ismert irodalmi példát hoz fel a plaszticitás pozitív és „kevésbé jótékony” hatásairól (túlgyakorlás, *focalis dystonia*, maladaptív reorganizáció). Miklósi Ádám dolgozata etológiai megközelítéssel a szociális kogníció, a plaszticitás és az evolúció kapcsolatát elemzi. Az utolsó dolgozatban Pléh Csaba és Lukács Ágnes a nyelv evolúciójával, patológiás fejlődésével, valamint a nyelvi szerveződés kettős modelljével (nyelvtan, szótár) foglalkoznak. A Williams-szindróma kapcsán a kettős modell kritikáját adják, és egy új, dinamikus felfogást ismertetnek.

Amikor e sorokat írom, a plaszticitással kapcsolatban saját példám is eszembe jut. Első japán tanulmányutamon vettem észre, hogy japán kollégáim kísérlet közben az

idegejt aktivitási mintázatok finom változásait hamarabb vették észre, mint én. Persze ők a közel nyolcezer jelből álló *kanji* írást tanulták kisgyermekkoruktól kezdve sok éven át, ezért vizuális mintázatfelismerési képességük (pattern recognitio) is jobb, mint az enyém. Aztán a sok kísérletes munka és képemyőre

„meredés” meghozta a maga gyümölcsét: a végén már egészen jó versenytárs vált belőlem. Biztos vagyok abban, hogy a mai, számítógépes játékokon felnővő gyermekek vizuális pattern rekogníciója is kiváló lesz, de ez sajnos nem jelenti azt, hogy ettől sportteljesítményeik is javulni fognak.

