

SZÜLŐ-GYERMEK KAPCSOLATI MODELLEK

Az utódgondozó viselkedés szabályozása

Az utód-, vagy ivadékgondozó viselkedés a fajtársak fiatal egyedeiről való gondoskodást jelenti abból a célból, hogy nőjön azok túlélési esélye. Ez, a leggyakrabban szülők által kifejtett viselkedés sokféle viselkedéselemet magában foglalhat, például a fészek helyének kiválasztását, fészeképitést, máskor a peték, tojások vagy fiatal egyedek őrzését, szállítását, védelmét, táplálékkal való ellátását, sőt esetenként a tanítását is. Utódgondozói viselkedések, ha nem is minden, de rengeteg fajban előfordulnak, a gerincesek összes osztályára, de sok gerinctelen fajra is jellemzőek.

A szülői viselkedéseknek jelentős lehet a haszna a faj fennmaradása szempontjából, ugyanakkor számottevő erőfeszítést is kívánnak a gondozók részéről. Ennek is köszönhetően az evolúció során az ivadékgondozó viselkedések többször kialakultak, és veszték el. Még változatosabb, hogy a szülők közül a hímek, nőstények, vagy mindkét szülő részt vesz-e az ivadékgondozásban. Viselkedésokológiai kutatások szerint ez összefügghet azzal, hogy milyen egy fajban a nemek közti arány felnőtt korban, valamint hogy mennyire lehetnek biztosak a hímek, illetve nőstények azzal kapcsolatban, hogy valóban ők-e a szülők. Így például a monogám kapcsolatban élő prérípockok esetén az apaállatokra a szoptatás kivételével minden szülői viselkedés jellemző, míg a rokon, de poligám hegyi pockok esetén a kizárólag az anyaállatok vesznek részt az utódgondozásban. Az emlősök közül főleg csak a főemlősök, kutyafélék, egyes rágcsálók mutatnak két-szülős gondozást, a legtöbb emlősfajra a kizárólagos anyai gondozás jellemző, aminek oka az anyának mint valódi szülőnek a bizonyossága, valamint az a tény, hogy az emlősök esetében, az utódok táplálásának feladata a tejtermeléssel fiziológiai értelemben is az anyához kötődik. Sokkal változatosabb emiatt a magasabbrendűek közül például a madarak ivadékgondozó viselkedése. Közöttük nemcsak a náluk domináns két-szülős gondozást találjuk, hanem kizárólagos nőstény és kizárólagos hím gondozás is előfordul. Ez fajhoz kötött lehet, olyan fajnál, ahol több a felnőtt hím, nagyobb a valószínűsége, hogy a hímek részt vesznek a tojások és a fiókák gondozásában. Ráadásul ez a madaraknál az evolúció során gyakran változott, azaz rokon fajok esetén is eltérő gondozási rendszerek alakulhattak ki.



Afrikai zöld majom (*Chlorocebus aethiops*) eteti gyermekét a Dél-Afrikai Kruger Parkban

(FOTÓ: [HTTPS://PIXABAY.COM/P-580791/?NO_REDIRECT](https://pixabay.com/p-580791/?no_redirect))

A gondozási rendszerek vizsgálatára jó modellt jelentenek például az úgynevezett parti madár fajok. Ezeknek jól ismertek filogenetikus rokoni kapcsolatai, és köztük a törzsfajlás során többször

bekövetkezett szülői stratégiaváltás, így az utódgondozást illető evolúciós változások is jól nyomon követhetők. Habár a szaporodási rendszer általában nem független az utódgondozási stratégiától, a madárfajok esetében a szülői gondozás változatosságot mutathat még azonos szaporodási rendszeren belül is, így poligám fajoknál is előfordul például, hogy a hímek végzik az utódgondozást. Ezenkívül a madarak hímjei és nőtényei közötti összehasonlítás lehetővé teszi az olyan ivari különbségek azonosítását is, mint a kotlás és fiókgondozás során vállalt különböző nemi szerepek, ugyanis előfordul kétszülős gondozás esetén, hogy az egyes ivadékgondozó viselkedéseket nem egyformán végzi a két szülő, hanem bizonyos feladattípusokra specializálódnak.

A madarak mellett a halak és kétéltűek ivadékgondozó viselkedése is változatos, nagy fajok közti különbségekkel. A csontos halak esetén a hímek gyakrabban végeznek ivadékgondozó viselkedést, fészeképitést, az ikrák őrzését, mint a nőtények. A kétéltűek ivadékgondozó viselkedése is gyakran összetettebb, mint pusztán a peték lerakása. Ráadásul bizonyított, hogy az evolúciójuk során egymástól függetlenül legalább 50-szer alakult ki köztük bonyolultabb ivadékgondozó viselkedés, mint például egyes fajok esetén a peték inkubálása – akár a gyomorban is –, vagy szállítása például a háti részeken.

Mint minden magatartásformánál, úgy az utódgondozás során is több feltétel teljesülése kell egy viselkedésem adott pillanatban történő megvalósulásához. Az ivadék jelenléte még nem feltétlen elegendő a gondoskodó magatartás kialakulásához. Ehhez természetesen motivációra is szükség van, ami azt jelenti, hogy az egyed végre akarja hajtani az adott viselkedést. Ez általánosságban kétféle módon valósulhat meg. Egyrészt gyakran hormonok szabadulnak fel az adott időszakban a gondozást végző egyed szervezetében. Emlősök esetében a terhesség alatt a magzatból származó ingerek, illetve a szülés folyamata változásokat okoznak a szteroidokhoz tartozó ösztrogénhormonok, a fehérjehormon prolaktin, valamint a peptidhormon oxitocin szintjében, hogy csak az utódgondozás szempontjából legfontosabb hormonokat említsük. Ezek a hormonok hozzájárulnak a tejtermelés beindulásához, de az anyai viselkedéseket is lehetővé teszik azok motivációs küszöbének csökkentése által. Rágcsálókban végzett



Patkány (*Rattus norvegicus*) anya szoptatja kicsinyeit
(FOTÓ: [HTTPS://CONTENTPATHWAY.S3.AMAZONAWS.COM/3604-BABY-RATS-STRESS-FULL.JPG](https://contentpathway.s3.amazonaws.com/3604-BABY-RATS-STRESS-FULL.JPG))

vizsgálatok szerint az anyai viselkedések kialakításában meghatározó a szerepe a vemhesség utolsó harmadában magas ösztrogén és progeszteron szintnek, a legutolsó napokban a progeszteron szintjében hirtelen bekövetkező csökkenésnek, valamint a szülőcsatorna ingerlése okozta oxitocin-felszabadulásnak. Alacsonyabb rendű állatok esetén szintén szerepet játszanak pl. évszakhoz, jóllakottsági szinthez, ellenkező nemű társához kapcsolódó hormonális változások, melyek általánosságban hasonló szereppel bírhatnak, mint az emlősökben levő hormonok, ugyanakkor a konkrét hormonok nagy változatosságát mutatták ki a kutatók a különböző fajokban. Az ivadékgondozó viselkedésre való hajlam tehát gyakran hormonokhoz kötődik, ugyanakkor a konkrét viselkedéselemek kiváltásában az ivadékokból származó ingereknek van meghatározó szerepe. Ezek az ingerek változatosak lehetnek, és építhetnek valamennyi érzékszervre, így a szaglásra, ízlelésre, látásra, hallásra, tapintásra. Bizonyos esetekben vannak meghatározott típusú kulcsingerek, melyek azonnal kiváltják a szülői gondoskodást. Ilyen például a veszélyben levő csirkék által kibocsátott hang, amire a tyúk azonnal reagál, ugyanakkor nem siet a fiókája segítségére, ha látja, hogy bajban van, de nem megfelelő módon csipog. Hasonló kulcsingerként működhet a tojások alakja, színe, mintája más madárfajokban, vagy a tátozó fiókák látványa, ami kotlást, illetve etetést vált ki a szülőkből. Specifikus, de hatékony ingerek még az összetettebb utódgondozást végző fajokban is szerepet

játszhatnak, gondoljunk csak arra, hogyan reagálunk az emberek gyermekeinek nagy szemére, mosolyára, vagy sírására. Kísérletesen a kölykök által kibocsátott ingereket patkányokban vizsgálták legtöbbször. Itt sem egyetlen inger váltja ki az anyai viselkedéseket, hanem a kölykök szaga és érintése a legfontosabb inger az anyaállat számára. Ugyanakkor a távol levő kölykök is tudnak üzenni, ha bajban érzik magukat, például egyedül vannak, félnek, fáznak vagy éhesek. Ekkor egy meghatározott magas frekvenciájú ultrahangot bocsátanak ki. Ezt a ragadozók nem hallják meg, de az anyapatkányok számára azonnali figyelmeztetést jelent, aminek a hatására megkeresik kölyküket és visszaviszik a fészekbe.

Különös szerepe van a szaglással kapcsolatos ingereknek rágcsálók esetén. A kölykök szagát a legtöbb rágcsálófaj nem elsősorban az orrával, hanem a mellette elhelyezkedő úgynevezett vomeronazális szerv segítségével érzékeli. Ez a szerv meghatározott illatok különösen nagy hatékonyságú felismerését teszi lehetővé, így többféle szociális interakcióban is kiemelten fontos szerepe van. A kölykök szaga alapvetően elriasztja tőlük a hímeket, sőt a nem anya nőtényeket is, ami akár még agresszióhoz is vezethet a kölykökkel szemben. A terhesség végén felépő hormonális hatások viszont átalakítják a patkányok és egerek hozzáállását ezekhez a szagokhoz, az immár vonzó lesz az anyaállatok számára. Ennél is érdekesebb az a mechanizmus, ahogy a hímek kölykökhöz való hozzáállása megváltozik. Ebben a párzásnak van döntő szerepe, valamint az anya felől érkező kémiai bemeneteknek. Úgy tűnik, hogy mindkét inger a vomeronazális szervet keresztül a kölykök felől érkező szagok hatását változtatják meg oly módon, hogy a kölykökre ne agresszióval, hanem gondozással reagáljon az apaállat. Itt egy időben elnyújtott hatásról van szó. A párzás után ugyanis csak kb. 4 nappal csökken le a kölyök felé mutatott agresszió, és a gondozó viselkedés 20 napra rá jelenik meg, és további 30 napig tart. Ez időben éppen egybeesik a saját alom felnevelésének idejével, ami után a hímek ismét bántalmazni kezdik a kölyköket.

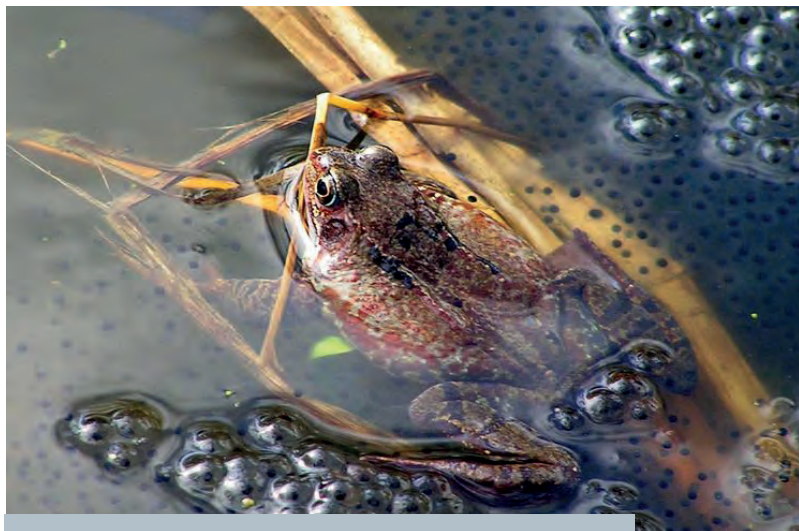
A szaglásnak jelentős szerepe lehet a saját kölyök idegen kölyköktől való megkülönböztetésében is. Ez nem minden fajban van jelen, például a rágcsálók, amennyiben anyák, általában gondozzák az idegen kölyköket is. Ennek valószínűleg az az evolúciós oka, hogy a természetben nem kerül a fészekbe más állat kölyke, illetve olyan fajok esetén, ahol több

család lakik közös odúban, azok genetikailag nem esnek távol egymástól, így egyfajta közös nevelésnek lehet evolúciós értelme. Más a helyzet a csordában élő állatokkal. Itt fontos, hogy megismerje az anyaállat a saját kölykét, és csak azt részesítse gondozásban, lássa el tejjel. Ennek mechanizmusát juhokban vizsgálták, és megállapították, hogy szaglási ingerek játsszák a fő szerepet. Az anyaállatok képesek megkülönböztetni egymástól a különböző borjak szagát. Az a szag, amit közvetlenül a szülés után érez az anyabirka (jerke), bevésődik számára a két esemény egyidejűsége, úgynevezett asszociatív tanulás által. A későbbiekben azok az agyi mechanizmusok, amik az utódgondozást irányítják, mindig „engedélyt kérnek” a szaglólenszertől, és csak akkor válnak aktívvá, ha azt megkapják azáltal, hogy a saját bárányának a szagát érzi az állat. Ellenkező esetben az állatok nemcsak hogy nem szoptatnak, de agresszíven is reagálnak a fiatal egyedek közeledésére. Mivel az a hatás szinte kizárólag szaglási ingerekkel szabályozódik, kísérletesen könnyen megtéveszthetők az anyaállatok. Ha a szüléskor más állatot szagoltatnak velük, akkor a saját ivadékuk helyett más bárányt fognak gondozni.



Kardinálistintya (*Cardinalis cardinalis*) fiókái nyitják nagyra csőrüket etetés céljából (FOTÓ: [HTTPS://I.YTIMG.COM/VI/1T-WLDHJ6MJQ/MAXRESDEFAULT.JPG](https://i.ytimg.com/vi/1T-WLDHJ6MJQ/maxresdefault.jpg))

Az anyai viselkedés háttérében álló idegrendszeri mechanizmusokat a kutatók néhány évtizede tanulmányozzák. Először több olyan agyterületet azonosítottak, melyek fontosak az adott viselkedés kivitelezésében. Ezen területek közé tartozik az agy úgynevezett jutalmazó rendszere. A jutalmazó rendszer a középagy dopamintartalmú idegsejtjeiből indul ki, és fontos szerepe van abban, hogy választani tudjunk különböző viselkedési alternatívák közül,



Gyepi béka (*Rana temporaria*) petéivel (FOTÓ: [HTTP://WWW.TERMESZETTAR.HU/ANYAGOK/BEKA/BEKA.HTM](http://www.termesztar.hu/anyagok/beka/beka.htm))

hiszen általában nem tudunk egyszerre két dolgot csinálni, azt választjuk tehát, amivel nagyobb jutalomra számíthatunk. Ezt a rendszert tévesztik meg a kábítószeresek azáltal, hogy az agy dopaminrendszerét mesterségesen, kémiaileg serkentik. Az anyapatkányok részére a kölykeik olyan erős jutalmat jelentenek, hogy ha választhatnak, hogy visszakapják a tőlük kísérletben elvett kölykeiket, akkor ezért lemondanak a felkínált kábítószerrel, pl. kokainról is. A jutalmazó rendszer aktivációja bármilyen fontos is a szülői viselkedések kivitelezése szempontjából, inkább csak azt biztosítja, hogy más viselkedések helyett ez valósuljon meg. Vagyis a jutalmazó rendszer nem specifikusan szabályozza a szülői viselkedéseket, például az agy e területének roncsolódása következtében az állatok sokféle viselkedése megváltozik. Vannak azonban olyan agyterületek, melyek működésének kísérletes gátlása után anyaállatokban szelektíven csak a szülői viselkedések változnak meg, az állat egyéb viselkedései normálisak maradnak. Ezek közül legfontosabb a köztiagy elülső részén található úgynevezett preoptikus terület. Régóta ismert, hogy ennek a területnek a roncsolódása után megszűnnek rágcsálókban az anyai viselkedések, a terület elektromos ingerlése viszont kiváltja azokat. Azonban ez az agyterület sokféle idegsejtet tartalmaz, az utódgondozáson kívül például itt vannak a testhőmérséklet szabályozásában résztvevő neuronhálózatok, itt szabályozódik a szervezet napi ritmusa, vagy a só- és vízháztartása.

Az utóbbi években vált technikailag lehetővé, hogy válogatott idegsejteket szelektíven aktiváljanak a kutatók egy ilyen komplex agyterületen belül, anélkül,

hogy más, akár a térben keverten elhelyezkedő idegsejtek működését befolyásolnák. Egy kísérletben galanin neuropeptid tartalmú sejteket tettek fényérzékennyé egerek preoptikus területén. Ez a sejtpopuláció az adott terület idegsejtjeinek csak kis részét teszi ki, mégis, megvilágítás hatására az utódgondozó viselkedések indukálhatók voltak, még hímek esetén is. A megvilágítást itt szó szerint kell érteni, egy optikai szálon keresztül vezetnek be megfelelő frekvenciájú lézerefényt az agy mélyére, a preoptikus területre. Ezután egy villanykapcsolóval válik szabályozhatóvá, hogy a hím egyedek agresszíven, vagy gondoskodóan viszonyuljanak

a kölykökhöz. Ráadásul olyan módon is lehet vezérelni a galanin idegsejtek kisülését, hogy meghatározott frekvenciájú (színű) fény hatására az aktivitásuk szűnjön meg. Ilyenkor az anyaállatok gondozó viselkedése is abbamarad, fény bekapcsolásakor agresszívvekké válnak a kölykeikkel szemben. Mindezek az új felfedezések komoly hatással vannak általánosságban a viselkedésszabályozással kapcsolatban is. Sikerült ugyanis azonosítani egy ösztönszerű, de mégiscsak bonyolult viselkedés, az utódgondozó viselkedés szabályozásának egy központi elemét, egy jól meghatározott idegsejtpopulációt formájában. Könnyen lehet, hogy más, kevésbé jól reprodukálható, így kísérletesen nehezebben vizsgálható viselkedések háttérben is hasonló mechanizmusok állnak. Ugyanakkor sok feladat áll a kutatók előtt még az utódgondozás agyi mechanizmusaival kapcsolatban is. Az a tény, hogy találtak egy fontos sejtpopulációt, nem jelenti azt, hogy más sejttípusok nem játszanak akár hasonlóan fontos szerepet. Sikerült megmutatni, hogy a galanin tartalmú sejtek aktiválódnak szoptatás hatására, és hogy a prolaktin hormon is hat a működésükre. Ugyanakkor nem tudjuk, hogy más hormonok milyen hatást fejtenek ki ezekre a sejtekre, és azt sem, hogy például a szaglási eredetű bemenetek hogyan jutnak el hozzájuk. A galanin sejtek aktiválásának a hatására többféle utódgondozó viselkedés kialakul, ennek agypályái még nem ismertek. A jutalmazó rendszert aktiválják a galanin sejtek, de valószínűleg a megfelelő mozgások kivitelezéséhez fontos további vetületeik is vannak más agyterületek felé, melyek felderítésre várnak. Ezen kívül keveset tudunk a galanin sejtekben belül zajló változásokról. Miközben anyai magatartás alakul ki, vélhetően molekuláris szintű változások zajlanak a galanin sejtekben, összhangban megváltozott aktivitásukkal.

Ezeknek a molekuláris változásoknak a felderítése egyre inkább lehetségessé válik mind RNS mind pedig fehérjék szintjén a gyorsan fejlődő RNS szekvenálásos genomikai, valamint tömegspektrometriás proteomikai módszerek felhasználásával. Ezek a rendszerbiológiai eszközök egyszerre több ezer, akár az összes RNS és fehérje mennyiségének változását mérni tudják. Összehasonlítható lesz velük például a galanin sejtek összetétele anyaállatokban, és gondozást nem mutató nőstényekben vagy hímelekben.

Az embereknél természetesen a szülő-gyermek kapcsolat lényegesen bonyolultabb, nem egyszerű ösztönök irányítják. Szerepet játszanak magasabb rendű érzelmek, mint a szeretet, ami elsősorban az embereknél kiemelten fejlett agykéreg működéséhez kapcsolódik. Emellett a gyermekeink nevelésében tudatos, kognitív funkcióink is fontosak, melyek szintén az agykéreg bizonyos részeihez köthetők. Ezek az agykérgi területek egyelőre kevésbé felderítettek, aktivitásuk nem követhető jelenleg sejtszintű térbeli felbontással. Az emberben végzett kutatások fő eszközei a nem-invazív képalkotó technikák, így például a mágneses magrezonancia spektroszkópia, amivel ha nem is sejtes, de milliméteres pontossággal azonosíthatók olyan agykérgi területek, melyek egy édesanyában a gyermeke hangjának vagy látványának hatására aktiválódnak. Megállapítható volt, hogy édesanyákban, sőt a gyermek nevelésében résztvevő apákban is aktiválódik a jutalmazó rendszer, és bizonyos agykérgi területek is, mint például a mediális orbitofrontális kéreg és az inzula elülső része. Mindezen kísérletek nemcsak az anya-gyermek kapcsolat jobb megértését szolgálják, hanem lehetőséget nyújthatnak az azt veszélyeztető leggyakoribb betegség, a gyermekági depresszió megértésére, kezelésére is. A szülés utáni hetekben a nők 50-70%-a panaszkozik fáradtságra, időnként elkeseredett, ingerlékeny, szomorú, ok nélkül elsírja magát, esetleg nem tud aludni. Mindezek a gyermek ellátása okozta megnövekedett terhekkel, stresszel magyarázhatók, és nem tekinthetők betegségnek. Ugyanakkor az anyák 10-15%-ában súlyosabb tünetek jelennek meg, komoly hangulatváltozás, dühkitörések, bűnösség és jelentéktelenség érzése, étvágytalanság, családtól való elfordulás, a babával való kommunikáció hiánya, rá nézve ártó gondolatok. Ezek veszélyeztetik az anya egészségét, az anya-gyermek kapcsolatot, és a gyermek felnevelésének minőségét, ezért az anya kezelésre szorul, hasonlóan, mint a nem anya depressziós páciensek. Mivel a depresszió kialakulásának veszélye

több mint tízszeresére nő a szülés utáni időszakban, felvetődik, hogy az anyasághoz történő adaptáció agyi mechanizmusai siklanak félre, és járulhatnak hozzá a depresszió kialakulásához. Ezeknek a mechanizmusoknak a megértése azért is fontos, mert az szülő-gyermek kapcsolat minősége ebben az érzékeny időszakban hatással lehet a gyermek fejlődésére. Érdekes módon nem elsősorban a fizikai vagy akár a szellemi fejlődés szenved csorbát, hanem ez az időszak a felnövő gyermek későbbi szociális kapcsolataira lehet legnagyobb hatással. Az ennek hátterében álló folyamatokat rágcslómodellben tanulmányozták. Megállapítható volt, hogy az anyai gondoskodás mértéke hatással van a kölykök DNS-ének metilációs mintázatára, ami hosszú távon befolyásolta egyes gének, így különösen a szociális kapcsolatokban fontos ösztrogén és oxitocin receptorok kifejeződésének mértékét.

Számos adat arra utal mindazonáltal, hogy az emberben ismert szülői viselkedések ösztönszerű komponense hasonló lehet, mint azt rágcslókban leírták, és ez egészül ki további érzelmi és kognitív komponensekkel, melyeknek a kutatása jelenleg szintén intenzíven folyik pszichológiai és agykutatási módszerek kombinálásával.

DOBOLYI ÁRPÁD

A szerző kutatásait a Nemzeti Agykutatási Program támogatja.

IRODALOM

- Dulac C, O'Connell LA, Wu Z (2014) Neural control of maternal and paternal behaviors. *Science* 345, 765-770.
- Dobolyi A, Grattan DR, Stolzenberg DS (2014) Preoptic inputs and mechanisms that regulate maternal responsiveness. *J Neuroendocrinol* 26, 627-640.
- Rilling JK, Young LJ (2014) The biology of mammalian parenting and its effect on offspring social development *Science* 345, 771-776.
- Wu Z, Autry AE, Bergan JF, Watabe-Uchida M, Dulac CG (2014) Galanin neurons in the medial preoptic area govern parental behaviour. *Nature* 509, 325-330.
- Bridges RS (2015) Neuroendocrine regulation of maternal behavior. *Front Neuroendocrinol* 36, 178-196.
- Cservenák M, Kis V, Keller D, Dimén D, Menyhárt L, Oláh S, Szabó ÉR, Barna J, Renner É, Usdin TB, Dobolyi A (2017) Maternally involved galanin neurons in the preoptic area of the rat. *Brain Struct Funct* 222, 781-798.
- Völgyi K, Udvari EB, Szabo ER, Gyorffy BA, Hunyadi-Gulyas E, Medzihradszky K, Juhasz G, Kekesi KA, Dobolyi A (2017) Maternal alterations in the proteome of the medial prefrontal cortex in rat. *J Proteomics* 153, 65-77.