

AZ EMBERI EGYÜTTMŰKÖDÉS EVOLÚCIÓS HÁTTERE

Scheuring István

a biológiai tudományok doktora,
ELTE–MTA Növényrendszertani és Ökológiai Tanszék
Elméleti Biológiai és Ökológiai Kutatócsoport
shieazsf@ludens.elte.hu

1. Bevezetés

Minden bizonnyal a kor társadalmi és gazdasági szemlélete erősen befolyásolta, hogy *A fajok eredete*-ből a XIX. századi köztudatba leginkább a verseny, az erősebb győzelme, a fogak és karmok világa jutott el. Charles Darwin, aki briliáns megfigyelő és igen alapos ember volt, néhányszor ugyan megemlíti mutualista kapcsolatokat is *A fajok eredetében*, de kétségtelen, hogy maga is kevés figyelmet fordít a kölcsönösen előnyös kapcsolatok evolúciós magyarázatára. A tizenkét évvel később íródott *Az ember származása és a nemi kiválasztás* című művének azonban már egyik központi gondolata az emberek közötti kooperáció, és annak evolúciós jelentősége. E könyv megjelenése óta is kis híján százötven év telt el, és egyre valószínűbb, hogy az ember evolúciójának valóban egyik alapvető fontosságú mozzanata a nagyfokú és kiterjedt együttműködési készség, önzetlenségre való hajlam.

Míg az állatvilágban együttműködés, önzetlenség elsősorban a közel rokon egyedek között valósul meg, az embernél ez a viselkedés sokkal szélesebb körű. A társas vadászat, a megszerzett javak szétosztása, a bajba jutot-

ak, betegek segítése, az ellenséges csoportokkal szembeni együttes fellépés valamennyi természeti népre jellemző. Az ember, a közhiedelemmel ellentétben, egy rendkívül önzetlen, együttműködő lény.

De hogyan egyeztethető ez össze a természetes szelekcióval? A cikkben röviden azokat a megfigyeléseket, kísérleteket igyekeztem összefoglalni, melyek alapján az emberi kooperáció eredetét és evolúciós stabilitását magyarázni lehet.

2. Kísérletek I.

Az ultimátumjáték többféleképp

Az emberi együttműködés jellegzetességeit kísérletileg úgy vizsgálják, hogy a kísérleti alanyokat kontrollált körülmények között helyezik egyszerű, de rafináltan kidolgozott döntési helyzetekbe.

Az ultimátumjátékban például az ember önzetlen viselkedése könnyen tetten érhető. A játékvezető egy előre meghatározott összeget, mondjuk 100 pénzegységet (PE) ajánl fel az 1. játékosnak. Az 1. játékos saját belátása szerint eldönti, hogy a 100 PE-ből mennyit szán a 2. játékosnak és mennyit tart meg magának. A 2. játékos két dolgot tehet, vagy elfogadja a felajánlott összeget vagy elutasítja

a felajánlást. Ez utóbbi esetben azonban egyik játékos sem kap semmit. Az 1. játékos számára nyilván a legnagyobb hasznot hozó stratégia, ha a 2. játékosnak az elképzelhető legkisebb részt, mondjuk 1 PE-t ajánl fel, s magánál tartja a 99 PE-t. A 2. játékosnak viszont bármilyen kicsi összeget érdemes elfogadnia, hiszen az elutasítással nem jut semmilyen nyereséghez. Úgy is mondhatnánk, hogy ez a viselkedés az ésszerű. Érdekes módon a kísérletben az emberek egyáltalán nem így viselkednek. E kísérletet nagyon sokszor, egymástól igen távoli kultúrákban, fejlett és törzsi társadalmakban is elvégezték, és bár vannak kulturális különbségek, a következő általános eredményre jutottak: Az 1. játékos legtöbbször az összeg több mint 30%-át felajánlja a 2. játékosnak, de nem ritka az összeg 50–50%-os felosztása sem. Ugyanakkor a 2. játékos általában elutasítja a 20–25%-nál kisebb felajánlásokat. Nem fogadja el a nagyon önző viselkedést, bár ezzel magának is kárt okoz. Meglepetésünket talán fokozza, hogy csimpánzok hasonló kísérleti helyzetben racionálisan viselkednek, mindkét fél a lehető legnagyobb haszonra törekszik.

Az ultimátumjátéknak számos további módosított formája ismert. Vizsgáltak olyan elrendezést, ahol a kísérleti személyek a játékot többször játszották, de két résztvevő csak egyszer került kapcsolatba egymással. Kimutatták, hogy egy elutasított felajánlás után az elutasítottak a következő körben átlagosan 7%-kal növelik felajánlásukat, azaz az elutasítás ilyenkor egy önzetlen büntetés, mely növeli az az 1. szerepkörben lévő játékosok későbbi önzetlenségét.

Az ultimátumjáték egy másik változatában egy harmadik, a játékban nem résztvevő személynek lehetősége van az 1. játékostól levonni nyereséget, úgyhogy ez egyben a 3.

játékosnak is költséges. (Például minden 1 PE költség a 3. játékosnál 3 PE levonást jelent az 1. játékosnak.) Természetesen, ha a 3. játékos nem bünteti az 1. játékos, akkor a számára előzőleg kiutalt pénz az övé marad. Nem racionális tehát büntetni, a 3. játékos szerepében lévő személyek mégis büntetnek, mégpedig úgy, hogy az 1. és a 2. játékos nagyjából azonos nyereséghez jusson. Talán kevésbé meglepő, bár mondandónk szempontjából nem mellékes, hogy abban az esetben ha a résztvevőket (bár névtelenül játszottak) azonos közösségből (faluból) választották ki, akkor lényegesen nagyobb volt az 1. játékosok által felajánlott összeg, mint amikor a partnerek tudottan a szomszéd faluból származtak.

A kísérletekből azt a tapasztalatot vonhatjuk le, hogy az emberben általános belső késztetés van az önzetlenségre (1. játékos viselkedése), s elutasítja, bünteti azokat, akikben ez a késztetés nem működik kellőképpen (2., ill. 3. játékos viselkedése). Az önzetlenségre való hajlam attól is függ, hogy a résztvevők egy csoportba tartoznak-e vagy sem.

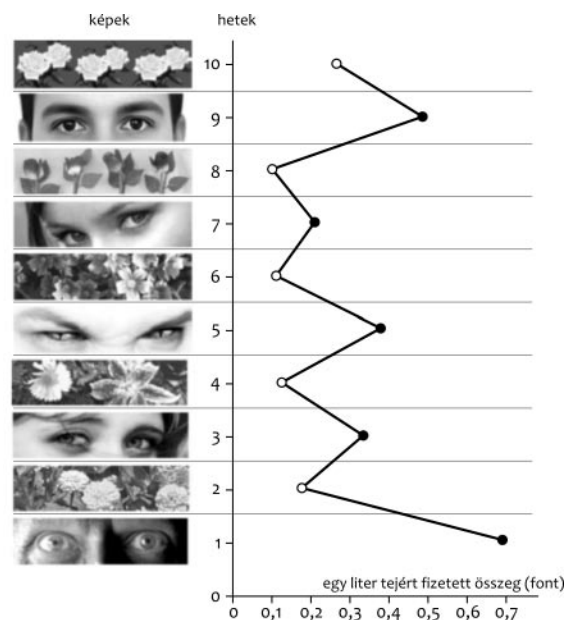
Nem világos azonban, hogy milyen evolúciós folyamatok alakították ki ezt a viselkedésmintázatot. Az ultimátum játékban megfigyelt önzetlen viselkedés oka gyaníthatóan az, hogy az evolúció során az ember psziché a kísérleti helyzettől alapvetően eltérő helyzetekhez alkalmazkodott. Míg ott valós körülmények között az önzetlen viselkedés optimális, addig a bemutatott kísérletekben nem az. A magyarázatra később visszatérünk, most egy újabb, az emberi önzetlenséget befolyásoló tényezőre mutatunk rá.

3. Kísérletek II.

Valaki néz, jó lesznek!

Az ultimátum játék egy változatában, melyet diktátor játéknak nevezünk a 2. játékosnak

nincs lehetősége a felajánlás visszautasítására. (Egy teljesen racionális 1. játékos ekkor nem adna semmit a 2. játékosnak. A kísérletben az emberek persze nem ennyire önzőek.) A kísérletben az 1. játékosnak a számítógépen keresztül kellett felajánlásokat tenni a 2. játékos felé. A 2. játékos valójában nem is létezett, a kutatók csupán a felajánló viselkedését akarták tanulmányozni. Az egyik beállításban egyszínű háttér volt a képernyőn, a másik beállításban egy emberi szempár is látható volt. Annak ellenére, hogy a kísérleti alanyok pontosan tudták, hogy nem valódi szempár nézi őket, mégis lényegesen adakozóbbak voltak, ha a monitoron valaki „figyelte” őket. Hasonló eredményre vezettek azok a kísérletek, ahol egy becsületkasszás italautomatára helyeztek ki szemeket, illetve virágokat (1.



1. ábra • A becsületkasszával működő italautomatában átlagosan egy liter tejért fizetett összeg angol fontban a különböző kísérleti helyzetekben. Látható, hogy a befizetett összeg durván háromszorosa volt, ha az automatára szemek voltak felragasztva a virágokkal díszített automatakhöz képest (Bateson et al., 2006 nyomán).

ábra). A befolyt összeg közel háromszor nagyobb volt a szempárral ellátott automaták esetén! A szempár jelenléte kiváltja a „valaki néz”-érzést, ez eredményezi az adakozó viselkedést.

Mivel egy valódi emberi közösségben az önzetlen (vagy önző) viselkedést a többiek figyelik és számon tartják, a figyelő tekintet önzetlen viselkedésre ösztönöz. Ennek oka, hogy az önzőket büntetik (lásd az ultimátum-játékkal végzett kísérletek) illetve, hogy az önzetlen (önző) viselkedés később előnyös (hátrányos) lehet, ha az általunk mutatott önzetlenség felénk irányuló önzetlen segítséget vált ki a többiekből. A köztudottan önzetlen embereket hajlamosabbak társaik segíteni, mint a kevésbé önzetleneket. A múlt század 90-es éveinek végén matematikai

modellek ezt a feltevést megerősítették. Kísérletileg Claus Wedekind és Manfred Milinski igazolta először az ezredfordulón. Az önként jelentkező egyetemisták tízfős csoportokban játszottak. Ebben az úgynevezett közvetett kölcsönösségi játékban a játékvezető véletlenszerűen kiválaszt egy játékost, aki támogató szerepkörben lesz. A játékvezető egy másik játékost is kiválaszt, akit a támogató támogathat, ha akar. A játék kezdetén mindenki 7 PE induló tőkét kapott. A támogató 1 PE-t ajánlhatott fel a támogatottnak, mely a támogatottnak 4 PE nyereséget jelentett, s nyilván 1 PE költséget jelentett a támogatónak. Azonban a támogató megtagadhatta a támogatást. A játékosokat személy szerint beazonosítani nem lehetett, azt viszont mindenki tudta, hogy a sorszámokkal jelölt társak korábban mikor és kivel szemben voltak adakozók. A játék során mindenki többször került támogató és támogatott szerepkörbe, de az soha nem fordult elő, hogy egy támogató-támogatott pár később fordított szerepkörben újra találkozzon. A kísérletből egyértelműen kimutatható volt, hogy az adakozó önzetlen egyedeket sokkal szívesebben támogatták a többiek, mint az önzőket. Az adakozó viselkedés hosszú távon előnyös, hiszen a befektetett támogatást mások önzetlenül jutalmazták. *A te segítettél másokon, én ezért most segíteni foglak téged* elv fenntartja ezt a közvetett önzetlen viselkedést.

4. Az együttműködés csapdája: a közlegelők dilemmája

Az együttműködés fenntartásának problémáját ragadja meg Garrett Hardin híres „közlegelők tragédiája”-modellje. A modellhez a következő történetet társíthatjuk: a falu legelőjén a gazdák szabadon legeltetnek. Legyen a faluban 100 gazda, s mindnek legyen 1 te-

hene. A legelő 100 tehenet vígan eltart, így minden gazda naponta 20 liter tejet tud fejteni. Azaz a legelő naponta $100 \cdot 20 = 2000$ liter tejet szolgáltat. Az egyik gazdának egy este nagyszerű ötlete támad: vesz még egy tehenet, s azt is kicsapja a legelőre. Így a 2000 liter megtermelhető tej már 101 tehen között fog megoszlan, tehát egy tehen naponta 19,8 liter tejet fog adni. Nem nagy veszteség a többieknek, ezzel szemben a két tehenrel rendelkező gazdának 39,6 liter tej fog jutni! Ezért előbb vagy utóbb a többiek is kihajtanak még egy tehenet a legelőre. Így a 2000 liter tejet 200 tehen adja, azaz tehenenként 10 liter tejet, s gazdánként 20 liter a hozam, ahogy a történet kezdetén is volt. S ezzel nem szűnt meg a csapdahelyzet, hiszen aki ezek után egy harmadik tehenet is kihajt a legelőre, az 29,85 liter tejet tud fejteni, míg a többiek csak 19,9 litert. És ez így megy (menne) mindaddig, míg a tehenek éhen nem hallnak, s eközben tönkre nem teszik teljesen a legelőt.

Hasonló módon a klímaváltozás megakadályozásáért tett lépések (például a CO₂-kibocsátás mérséklése) is tipikusan egy közlegelő dilemmája helyzetnek felel meg, vagy a tengerek túlhalászásának kérdése is egy ilyen probléma. Az ilyen helyzetekben általában igaz, hogy a felek együttműködő (kevésbé mohó) viselkedése minden érintett számára (többé-kevésbé) egyenlően szétosztható hasznot hoz, s ezért egy kevésbé együttműködő egyed (vagy ország) előnyhöz jut a többiekhez képest. Mégis hogyan akadályozzuk meg, hogy az önző viselkedés felülkerekedjék?

5. Kísérletek III.: A „közlegelők dilemmája” játéka, és a potyázók büntetése

A kísérleti személyeket csoportokra osztják. A játék kezdetén mindenki azonos mennyiségű pénzegységet kap a kísérlet vezetőjétől.

A kapott pénzből a csoport bármelyik tagja tetszőleges mennyiségű pénzt fektethet be egy közös alapba, illetve tarthat meg magának. A közös befektetés valamilyen hasznot hoz, melyet egyenlően osztanak szét a résztvevők között. Legyen például négy személy egy csoportban, és mindenki kapjon 20 PE-t a kezdéshez. Tegyük fel, hogy minden befektetett pénzegység 0,4 pénzegység hasznot hoz mindenkinek. Ha mindenki befekteti a pénzét, akkor a nyereség $80 \times 0,4 = 32$ PE lesz. Tehát a felek jobban járnak, mint ha mind megtartanák a 20 PE-t. Ha azonban csak hárman fektetnek be, akkor egyaránt $60 \times 0,4 = 24$ PE-hez jutnak, míg a potyázó negyedik tag, mely egyetlen fillért sem fektet be $20 + 24 = 44$ PE nyereségre tesz szert. Ha minden résztvevő a saját nyereségét maximalizálni szeretné, akkor senki sem fog a közösbe tenni, s nyereségük csupán 20 PE lesz, szemben a 32 PE-vel, amit együttműködve el tudtak volna érni. A kísérleti személyek általában nem tudják, kivel kerültek egy csoportba, nem látják egymást. A többiek befektetési hajlandóságát nem ismerve egymástól függetlenül döntenek. Ezt követően azonban már tudják, hogy a többiek mekkora befektetést vállaltak és ki-ki milyen nyereséget könyvelhet el. Számos vizsgálat alapján megállapítható, hogy ebben a kísérleti beállításban, kezdetben viszonylag nagy összeget fektetnek be a játékosok, ám ha többször is játszanak, (akár úgy, hogy a csoport tagjai nem változnak, akár úgy, hogy minden körben új játékosokkal kerülnek egy csoportba), a befektetési hajlandóság folyamatosan csökken. 8–10 kör után már gyakorlatilag senki sem fog befektetni. Az együttműködés megszűnik.

A kísérleti beállítás módosításának egyik lehetősége, hogy a befektetések és a nyereségek ismerete után lehetőség van arra, hogy

az egy csoportban játszó egyedek büntessék egymást. Például úgy, hogy minden egyes büntetésül felajánlott pénzegység három pénzegység levonást jelent a büntetett társ számára. Mivel a büntetést vállalni költséges, azok, akik nem büntetnek, jobban járnak, mint a büntetők. Így azonban egy újabb, hasonló dilemmába ütközünk. Megakadályozható-e így a potyázók elterjedése, hiszen (véltetnénk jogosan) senki sem fogja vállalni a büntetést? A kísérletek tanulsága alapján azonban nem ez történik. A potyázókat bizony határozottan büntetik a többiek, s minél arcátlanabban próbálja valaki a többieket kihasználni, annál szigorúbb büntetésben részesítik. A büntetés eredménye természetesen, hogy a potyázók a korábbiakkal ellentétben kevés pénzhez fognak jutni. Ezt fölismerve igen gyorsan elkezdnek együttműködni, s úgy tíz kör után már a játékosok számára kiosztott összeg csaknem 100%-át a közösben helyezik el. Mivel a résztvevők együttműködnek, büntetésre ettől kezdve alig-alig van szükség.

E két kísérlet alapján újra fontos észrevételeket tehetünk. Az első észrevétel, hogy a játékban résztvevők kezdetben viszonylag nagy, 40–60%-os befektetést vállaltak, annak ellenére, hogy pontosan megértették a játékban rejlő csapdahelyzetet. Azaz nemcsak az ultimátumjátékban, hanem ennek a kísérleti beállításnak az alapján is gyanítható, hogy az emberben van valamilyen hajlam vagy késztetés az együttműködésre. Továbbá, a résztvevők vállalják a büntetés költségét, pedig a potyázók büntetése sem optimális viselkedés.

Ernst Fehr és Simon Gächter azt a kérdést kívánták megvizsgálni, hogy a kísérleti személyek hajlandóak-e büntetni akkor is, ha ez számukra később sem hoz semmilyen

közvetlen nyereséget. A kísérleti személyek kis csoportokban játszották a közlegelők dilemmája játékot. De minden kör után új csoportok alakultak, és ugyanazzal a játékosal senki sem találkozott kétszer. A játékosok a befektetést követően látták a csoport többi tagjának befektetését és nyereségét is. Ez után lehetőség volt arra, hogy büntessék játékos társaikat. A játékosok bár tudták, hogy a játék során az általuk büntetett játékosal többé nem fognak együtt játszani, mégis büntettek. A büntetés hatására a potyázók növelték befektetésüket, így az együttműködés tartósan igen magas szinten maradt (2. ábra). A szerzők e büntetési viselkedést önzetlen büntetésnek nevezték el, hiszen ez a büntetők számára költséges cselekedet, és hatására egy potyázó megregulázásával mások jutnak előnyhöz.

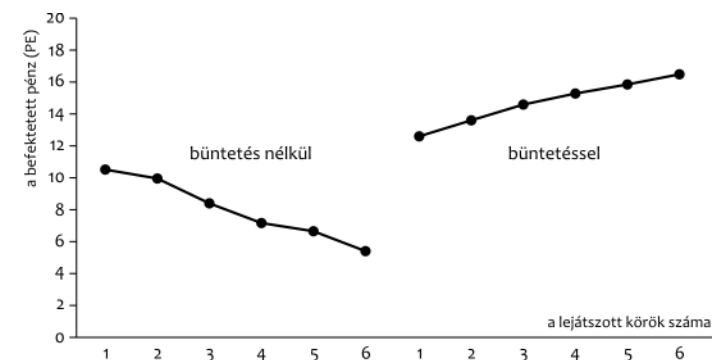
A kísérleteket követően a résztvevőkkel tesztet töltettek ki, hogy kiderítsék, milyen érzéseket vált ki a potyázó játékos az együttműködőkben. Egyértelműen kiderült, hogy a potyázók heves negatív érzéseket váltanak ki belőlük. Ez az a harag, mely működésbe lépteti a büntetést. A kísérlet értelmezése

heves vitát váltott ki szakmai körökben. Sokan érveltek úgy, hogy a kísérleti beállítás természetellenes, mivel az ember evolúciós története során viszonylag stabil csoportokban élt, ahol a büntetett társ viselkedése később nyereséget hozhat a büntetőnek. Éppen ezért, az önzők felé irányuló negatív érzelem a természetes helyzetben közvetlen büntetés kiváltására alakult ki.

Az a gyanúm, hogy a kritikusoknak igazuk van, mindenesetre a kísérlet igen fontos tanulsága, hogy az önzőkkel szembeni negatív érzelem automatikusan működésbe lép, s a harag büntetésre készítet, még akkor is, ha ez a viselkedés nem racionális az adott kísérleti helyzetben!

6. Kísérletek IV.: A büntetés jutalma, a csalódott undora

Néhány éve egy svájci kutatócsoport olyan kísérletsorozatot hajtott végre, ahol a büntetés közben a büntető egyed agyterületeinek aktivitását is mérték. Két játékos (A és B) egymást nem látva és nem ismerve játszották a következő, úgynevezett *bizalomjátékot*:



2. ábra • A büntetésmentes és a (önzetlenül) büntető csoportokban az átlagosan felajánlott összegek a kísérlet során alkalmazott pénzegységben. A büntetésmentes csoportban hat játék után gyakorlatilag megszűnik az együttműködés, a büntetés azonban fenntartja azt (Fehr – Gächter, 2002 nyomán).

Kezdetben mindketten kaptak 10 PE-t. Először A játékos léphet akcióba. Ha megbízik B-ben, akkor átadja neki a 10 PE-t, amit a játékegység megnevezésére. Így B játékosnál $10 + 40 = 50$ PE lesz. Ezek után B dönthet, hogy a felét visszaadja A-nak (együttműködő) vagy megtartja magának az egészet (önző). Ha A nem bízik meg B-ben, akkor megtartja a 10 PE-t magának, és ugyanezt a nyereséget kapja B is. Az A szerepben lévő játékosok döntő többsége átadta B-nek a 10 PE-t, tehát megbíztak B-ben. A B szerepben lévők azonban nem voltak minden esetben együttműködők, úgy hét esetből négyszer megtartották maguknak az 50 PE-t. A-nak, akinek az agytevékenységét B döntését követően tomográfial vizsgálták, lehetősége volt az önző B-t büntetni. A kísérletben többféle büntetési módot is kipróbáltak: volt olyan beállítás, hogy a büntetés költséges volt az A számára, más esetekben a büntetés költségmentes volt, és volt olyan kísérleti elrendezés is, ahol a büntetés csak szimbolikus volt, A csak azt tudta jelezni, hogy mennyire büntetné B-t, ha tethetné. Kimutatták, hogy valódi büntetés esetén a büntető egy jól körülhatárolt agyterülete, a striatum elülső része aktiválódott. A neurobiológusok tapasztalatai szerint ez az agyi terület akkor lép működésbe, ha olyan döntést hozunk vagy cselekvést hajtunk végre, melynek eredményeként jutalmat várunk, azaz a striatum egyfajta „jutalomközpont”.

Egy amerikai kutatócsoport az ultimátumjátékot játszó 2. játékos helyzetében lévők agytevékenységét mérte. Alapvetően arra voltak kíváncsiak, hogy milyen agytevékenységbeli különbségek figyelhetők meg, ha a felajánlott összeg a játékos számára elfogadható volt, illetve, ha nem volt elfogadható. Kiderült, hogy ez utóbbi esetben a bilaterális anterior insula aktivitása megnő, minél ki-

sebb a felajánlott összeg, annál jobban. Ez az a központ, amely a negatív érzelmi állapot, a düh és az undor esetében automatikusan aktivizálódik.

Tudott továbbá, hogy a szerotonin- és az oxitocinszint alapvetően befolyásolja a kooperációs játékokban a résztvevők viselkedését. A részletekre most hely hiányában nem térek ki.

Megkockáztathatjuk tehát az állítást: az együttműködésnek és az önző egyedek büntetésének van genetikai alapja is, a szükséges cselekvéssorozatokat az agyi hormonális és jutalmazó rendszer működteti.

7. Az erős kölcsönösség hipotézise

Foglaljuk össze, hogy a kísérletek milyen általános viselkedési szabállyal magyarázhatók, és próbáljunk választ adni arra, hogy az evolúció során hogyan tudott ez a viselkedésmintázat elterjedni. Megállapíthatjuk, hogy

- 1.) az emberek többsége egy új helyzetben kezdetben együttműködést kezdeményez, még akkor is, ha az önző viselkedés lenne az optimális viselkedés;
- 2.) az emberek többsége saját költségén bünteti azokat, akik nem eléggé együttműködők;
- 3.) az emberek többsége ügyel arra, hogy önzetlennek mutakozzon mások előtt.

Ennek alapján fogalmazta meg Herbert Gintis az erős kölcsönösség hipotézisét: erős kölcsönösség viselkedés mintázatát követi az az egyed, akiben hajlam van az együttműködésre, és bünteti azokat, akik az együttműködési hajlam normáját nem követik, még akkor is, ha ezzel a büntetéssel egy soha meg nem térülő költséget vállal.

A Gintis által javasolt viselkedés összhangban van a kísérleti eredményekkel, azonban látszólag ellentmondásban van a darwini

elvvel. A természetes szelekció következménye, hogy azok a viselkedésmintázatok rögzülnek, melyek az adott körülmények között hordozójának a lehető legnagyobb rátermettséget (túlélési esélyt és/vagy szaporodási sikert) biztosítják. Ennek alapján az erős kölcsönösséget folytató stratégia előbb-utóbb ki kéne szoruljon, hiszen akik nem vállalják a büntetés költségét, nagyobb rátermettségre tesznek szert, mint az erős kölcsönösséget követők. A nem büntető együttműködőket pedig egyszerűen az önzők fogják kiszorítani, ahogy például a közlegelők dilemmája játékban láttuk. Akkor valami gond van Gintis hipotézisével?!

A megoldás az, hogy az imént felvázolt gondolatmenet nem számol azzal, hogy az emberi faj evolúciós története során viszonylag kicsiny ötven-száz fős csoportokba szerveződött populációkból állt. És ezek a csoportok igen intenzíven versengtek egymással. Ilyen helyzetben az olyan csoportok, melyek a védekezést és támadást jobban összehangolták, a megszerzett javakat egyenletesebben osztották el, és általában a csoporton belüli konfliktusok mérséklésére törekedtek, előnybe kerülnek azokkal a csoportokkal szemben, melyekben az egyedek önzőbb viselkedést folytattak. A sikertelenebb csoportokat legyőzték, vagy felbomlottak, eltűntek, esetleg beolvadtak a sikeresebbekbe. A sikeresebbek pedig azok a csoportok voltak, melyekben a csoporton belüli versengést és egyenlőtlenséget hatékonyabban csökkentő, a kooperációs hajlandóságot növelő szabályrendszer (norma) volt jelen. Az ilyen csoportokban az emberek hajlamosabbak voltak együttműködni a munkában, a harcban és a vadászásban, a gyereknevelésben, segítették a bajba jutott társaikat stb. Különösen hatékony volt minden olyan normarendszer, mely az erős

kölcsönösségre buzdította tagjait: legyél együttműködő, és büntesd azt, aki nem követi ezt a szabályt, s persze az is előnyös, ha ezt a szabályt elsősorban a csoportbeli társak felé irányul (lásd: ultimátumjáték azonos és különböző csoportokból származó egyedek esetén). (Természetesen fel kell tételezzük, hogy a normarendszerek megjelenését valamilyen kezdetleges ún. proto nyelv kialakulása előzte meg, vagy együtt fejlődött ki vele, hiszen fejlett kommunikációra volt szükség egy normarendszer kialakításához és fenntartásához.) S valóban megfigyelhető, hogy az emberek többsége normakövető, azaz azokat a viselkedési szabályokat követi, amelyeket a környezetében élő, számára referenciát jelentő többség alkalmaz. A normarendszer követe csökkenti a konfliktusokat a többiekkel, továbbá legtöbbször igen hasznos eligazodást is ad a világban. Ezért a normakövetés olyan sikeres stratégia, amely valószínűleg már az emberi evolúció korai szakaszában rögzült.

Az imént elmondottak segítségével egyszerűen képezhetünk ki az erős kölcsönösség evolúciójáról. Az emberi csoportok közötti versengés következtében a természetes szelekció a csoporton belüli versengést csökkentő és az együttműködést növelő normarendszereket támogatta. Továbbá, a csoportos életmód miatt a természetes szelekció a csoporton belüli normakövetést is támogatta. Ezért a sikeres normarendszerek hatékonyan terjedtek, annak ellenére, hogy a csoportok gyakran összeolvadtak, szétváltak, azaz a versengő emberi csoportok közötti genetikai elkülönülés viszonylag csekély volt. Ez a hajtóerő vezetett az erős kölcsönösség megjelenéséhez és tartós fennmaradásához az emberi fajban. Az ilyen, főleg emberi társadalmakban megfigyelhető evolúciós folyamatokat, ahol egy tulajdonság, viselkedésmintázat

terjedésének és rögzülésének nem genetikai oka van, kulturális evolúciónak nevezzük. Azonban szinte biztos, hogy az emberi fajban rengeteg genetikai változást is okozott a csoportos életmód és a fejlett értelmi képességek következtében működő kulturális evolúció. A sikeres normarendszerek bizonyos viselkedésmintázatokra hajlamosító gének terjedését előnyben részesítették: például az olyan gének terjedtek és rögzültek az emberi populációkban, melyek hatására csökken az agresszió a csoporton belül, a

csalók, önzők figyelése intenzívebbé válik, melyek hatására erős indulatok lépnek működésbe a csalókkal, önzőkkel szemben.

A szerző köszöni az OTKA To49692-es, az NN71700-as számú pályázatait, valamint a Konrad Lorenz Institute támogatását.

Kulcsszavak: *együttműködés, erős kölcsönöség, csoportszelekció, kulturális evolúció, büntetés, közlegelők dilemmája játék, ultimátum játék*

IRODALOM

- Bateson, Melissa – Nettle, D. – Roberts, G. (2006): Cues of Being Watched Enhance Cooperation in a Real-World Setting. *Biology Letters*. 2, 412–414.
- Darwin, Charles (1923): *Az ember származása*. Athenaeum Irodalmi és Nyomdai Rt.
- Hardin, Garrett (1968): The Tragedy of the Commons. *Science*. 168, 1243–1248
- Henrich, Joseph – Boyd, R. – Bowles, S. – Camerer, C. – Fehr, E. – Gintis, H. (2004): *Foundations of Human Sociality: Economic Experiments and Ethnographic Evidence from Fifteen Small-Scale Societies*. Oxford University Press
- Fehr, Ernst – Gächter, Simon (2002): Altruistic Punishment in Humans. *Nature*. 415, 137–140.
- Gintis, Herbert (2000): Strong Reciprocity and

- Human Sociality. *Journal of Theoretical Biology*. 206, 169–179
- Jensen, Keith – Call, J. – Tomasello, M. (2007): Chimpanzees Are Rational Maximizers in an Ultimatum Game. *Science*. 318, 107–109.
- de Quervain, Dominique J.-F. – Fischbacher, U. – Treyer, V. – Schellhammer, M. – Schnyder, U. – Buck, A. – Fehr, E. (2004): The Neural Basis of Altruistic Punishment. *Science*. 305, 1254–1258.
- Sanfey, Alan G. – Rilling, J. K. – Aronson, J. A. – Nystrom, L. E. – Cohen, J. D. (2003): The Neural Basis of Economic Decision-Making in the Ultimatum Game. *Science*. 300, 1755–1758.
- Wedekind, Claus – Milinski, Manfred (2000): Cooperation through Image Scoring in Humans. *Science*. 288, 850–852.



A NYELV EVOLÚCIÓJÁNAK BIOLÓGIAI HÁTTERE*

Fedor Anna Ittész Péter

tudományos munkatárs,
MTA–ELTE Elméleti Biológiai és
Ökológiai Kutatócsoport, ELTE
Collegium Budapest (Institute for Advanced Study)
fedoranna@gmail.com

munkatárs, PhD,
Collegium Budapest (Institute for Advanced Study)

Szathmáry Eörs

egyetemi tanár, az MTA levelező tagja,
Collegium Budapest (Institute for Advanced Study),
Eötvös Loránd Tudományegyetem Biológiai Intézet
szathmary@colbud.hu

A nyelv eredetének problémája

Az emberi nyelv az élővilágban egyedülálló jelenség, melynek kétségkívül vannak biológiai alapjai. Az emberszabású majmok, delfinok vagy papagájok több évi alapos képzés alatt sem képesek olyan szinten elsajátítani, mint amelyet az embergyerekek spontán magukévá tesznek. Néhányan úgy vélik, hogy intelligenciánk önmagában is elég nyelvi képességünk kialakulásához, ám nem magyarázzák meg azt, hogy ez az intelligencia miben különbözik például az emberszabású majmokétól. Szerintünk inkább az okozza a különbségeket, hogy az embernek olyan neuronális kapacitásai vannak, melyek a többi állatfajban

csak nagyon kezdetleges formában vannak jelen. Ennek következtében többek között hatékonyan tudunk kezelni hierarchikus struktúrákat: ilyenek a szintaxis rekurzív elemei a nyelvben, az alegység-stratégia az eszköz-készítés során és a másod-, harmad- és negyedrendű intencionalitás az elméleti síkban.

A nyelv olyan összetett rendszer, amely párhuzamosan koordinál több képességet is, ezért a nyelv genetikai eredetének kiderítéséhez sok más érzékelési, mozgató- és kognitív rendszert kell megismernünk; azt, hogy ezek hogyan változtak külön-külön és hogyan változott a közöttük levő kapcsolat. A nyelv eredetének vizsgálatát azonban éppen ezen ismeretek hiánya akadályozza. A nyelvészek között sincs általános egyetértés arról, hogyan írják le a nyelvet – különféle megközelítések léteznek, melyek képviselői heves csatározásokat vívnak. Mi, biológusok, úgy tartjuk, hogy a legkisebb közös nevező ebben a vitában az lehet, ha a nyelvet mint a szimbolikus

* A cikk a következő könyvfejezet alapján készült (jelentősen rövidítve): Fedor Anna – Ittész Péter – Szathmáry Eörs (2008): The Biological Background of Syntax Evolution. In: Bickerton, Derek – Szathmáry Eörs (eds.): *Biological Foundations and Origin of Syntax*. The MIT Press, Cambridge, MA.