

# Netwörköző állatok

JORDÁN FERENC

Az állatok társas élete sem egyszerű. Nem mindegy, melyiküknek milyen kapcsolatai vannak, melyiknek vannak jó összeköttetései, ki áll a rangsor élén és ki leghátul. A csoportszerkezet befolyásolhatja az egyén sikerét, az egyedek között kialakuló kölcsönhatások összességükben pedig jobban vagy rosszabbul teljesítő csoportokat építenek fel. Csapatépítő tréningre ugyan nem járnak az elefántfőkak vagy a koatimundik, mégis egyre többet tudunk társas kapcsolataikról.



1. ábra. A kellemes hálózati pozíció megszerzése nem mindig egyszerű. Persze, ha a kizárólagos párosodás a tét, megéri néhány sebesülést megkockáztatni. Balra hím elefántfőkak rangsorért folytatott harca, jobbra a végeredmény. Casey-nek sok gyermeke lesz, ő volt a legerősebb (Riedmann, 1990 nyomán)

## Csoportméret és csoportszerkezet

Ha végignézzük egy zebraországban, esetleg elámulunk egy seregélyraj láttán, vagy lépten-nyomon galambokba botlunk, először talán azt kérdezzük magunktól: Hányan vannak ezek? Aztán még egy kicsit tovább nézzük őket, és jön a többi kérdés: Melyik a főnök? Van egyáltalán főnök köztük? Ki követ kít? Ki ki mellé áll? Ki ki mellett repül (leleg, alszik, eszik)? Vannak, akik egyeseket szeretnek, másokat nem? Egyáltalán, megismerik egymást az egyedek? A csoport mérete mellett tehát annak szerkezetét is szeretnénk megérteni, egy-egy egyed saját kapcsolatrendszerét, a kapcsolatok kialakulásának történetét, vagy éppen azok sokszínűségét.

Mindehhez pedig hasznos, ha számokkal is ki tudjuk fejezni ezeket a szerkezeti tulajdonságokat. A kapcsolathálózat sokféle módszerrel jellemezhető, például megadhatjuk, kinek hány szomszédja (közvetlen kölcsönható partnere) van, vagy kiszámolhatjuk, melyik egyed van legközelebb vagy éppen legtávolabb a hálózat közepétől. A csoport szerkezete persze nem csak a kapcsolathálózatról

szól, más dolgokat is takar, például az életkoreloszlást megmutató korfát. Írásomban a kapcsolatok hálózatának szerkezetével foglalkozunk, a manapság már egyre izgalmasabbnak tűnő kutatási iránnyal.

## A rangsor tetején

Elefántfőkáknál nem nagy kunszt rájönni, hogy ki áll a rangsor élén (1. ábra). Lehet, hogy véres a torka, de büszke: az alfahím mindenkinél erősebb és emiatt vele szívesen pázlik minden nőtény (de ne irigyeljük: gondoljuk végig, mekkora feladat akár száz elefántfőka-tehenet megtermékenyíteni egyetlen évadban). Ez a pázsi rendszer egyszerű és átlátható (Riedmann, 1990). A rangsor más-más fajnál lehet lineárisabb vagy hálózatosabb (2. ábra), de a domi-

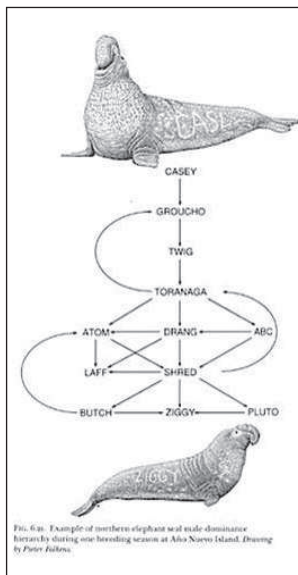
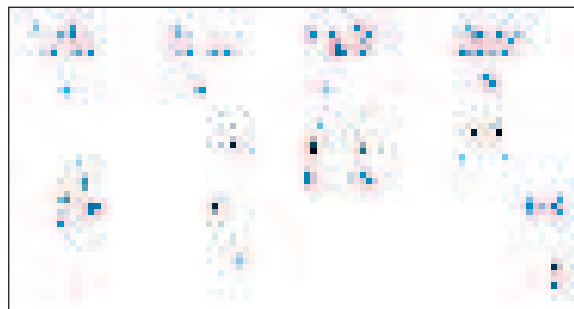


FIG. 6.11. Example of northern elephant seal male dominance hierarchy during one breeding season at Año Nuevo Island. Drawing by Peter Piller.

náns-alarendelt kapcsolatok mégis általában az egyszerűbben megérthető kölcsönhatások közé tartoznak. Viszonylag könnyű felrajzolni a baromfiudvar csípésrendjét vagy megtalálni a farkasfalka alfahímjét.

## Tehenek viszonyai

Más kölcsönhatások nehezebben határozhatóak meg az egyedek között, ilyenek sokszor éppen a pozitív kapcsolatok. Nehéz néha megérteni, milyen mértékű az a simogatás vagy összedörgölözés, amely már pozitív érzetet kelt a partnerben, esetleg tartós barátság alapja lehet. Az egyik legkorábbi hálózat, mely pozitív kölcsönhatásokat mutatott be, zebutehenek (*Bos indicus*) nyalogatási hálózata volt (Reinhardt és Reinhardt, 1981). A hálózatban van egy sztár tehen, őt sokan nyalogatják, és sok az alig nyalogatott egyed (3. ábra). Mielőtt azonban elkönyvelnénk, melyik egyednek milyen a társadalmi rangja, érdemes egy pillantást vetni ugyanezen teheneknek egy másik hálózatára, mely az „együtt legelészés” nevű kapcsolatot mutatja

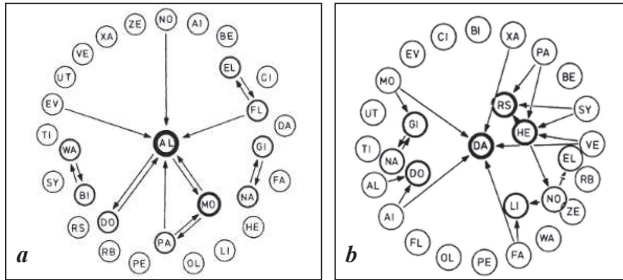


2. ábra. Hierarchiatípusok. A despotikus szerkezetben a despota (A) közvetlenül irányít mindenkit (B, C, D). A lineáris elrendezésben a legmagasabb rangútól (A) a legalacsonyabb rangúig (D) sorba rendezhetőek az egyedek. A háromszöges szerkezetben vannak irányított körök, tehát körbeverés. Ez általában ritka és csak átmeneti jelleggel alakul ki. Legizgalmasabb talán a szövetséges rendszer, itt két alárendelt egyed együttesen a despota fölé kerekedhet. Nyilván ezek kombinációi is előfordulhatnak. Hogy egy faj melyik modellt „választja” és miért, azt az evolúciós viselkedéskölkögia kutatja

be. Az együtt legelészés feltehetően pozitív, de nem túlságosan fontos kapcsolat. A két hálózat ugyan hasonlít egymásra a centrális és perifériás egyedekkel, csak éppen nem

ugyanazok vannak középen, mint a nyalogatási hálózatban. Akit sokan nyalogatnak, azzal alig legelésznek együtt, aki vel pedig sokan legelésznek együtt, azt alig nyalogatják.

Sokféle faj csoportjaiban sokféle kölcsönhatást lehet megvizsgálni, folyamatosan gyűlnek az adatok gerincekéről és gerinctelenekről, pozitív és negatív kapcsolatokról, kisebb és nagyobb csoportok hálózatairól. Egyelőre azonban még nagyon nehéz megmondani, mennyire általános ez a jelenség, hogy más típusú kölcsönhatási hálózatban más egyedek lesznek központi helyzetben.



**3. ábra. Zebutehenek kapcsolathálózata különféle kölcsönhatások alapján. Az a ábra azt mutatja, melyik egyed melyekkel szeret együtt legelészni, a b ábra pedig azt, melyik melyiket nyalogatja. A közös legelészés és a társas nyalogatás is fontos kapcsolat, de teljesen más hálózatot adnak. Amelyik egyed az egyikben központi helyzetű, az a másikban perifériás is lehet (Reinhardt and Reinhardt 1981 nyomán)**

érdekes átmeneti állapot, és ha megértjük ennek a fajnak a társas életét, sokat tudhatunk meg a szocialitás eredetéről.

**Az állat helye a közösségben**

A kapcsolathálózat felrajzolása is szép és izgalmas feladat, de annak matematikai elemzése az igazán érdekes. Egy hálózatban lehet valaki középen vagy a szélén, két egyed lehet egymástól messze vagy közel, emellett partneri hálózatuk átfedhet kisebb vagy nagyobb mértékben (Croft et al., 2004). Az egyedek ilyen lokális (vagy mezoskálás) jellemzése mellett magát az egész hálózatot is jellemezni lehet néhány egyszerű matematikai tulajdonsággal. Ilyen például annak kohezivitása. Egy kohezív szerkezetű hálózat működése is feltehetően „összetartóbb”, az egyedek között intenzívebb és gyorsabb a kommunikáció. Az ilyen globális hálózati tulajdonságok magának a csoportnak a szerkezetét jellemzik, és annak működésével, teljesítményével hozhatóak összefüggésbe. Például páviánok csoportjainak nagyobb a kohéziója, ha több predátor van jelen a közelben (Barton et al., 1996). Ha a ragadozók gyakorisága csökken, lazul a csoportszerkezet és fragmentálódhat a hálózat. Éppen a ragadozóellenes viselkedés az egyik legfontosabb csoportszintű funkció. Ha az egyedek közötti kommunikáció nem elég hatékony vagy intenzív, a csoport nehezebben tud reagálni a veszélyre. Az amerikai hadseregben is elemzik a kisebb alakulatok szerkezetét, és ha a hálózat nagyon torz képet mutat, változtatnak rajtuk. Kicsit leegyszerűsítve, egy izolált (senkivel sem barátkozó) katonától kevésbé várható el, hogy feláldozza magát a többiekért. Eljön még az idő, amikor az a hadsereg lesz

a győztes, amelyik gyorsabban tanul a darazsaktól vagy a koatimundiktól (Sagarin and Taylor, 2008).

**A változatosság gyönyörködtet**

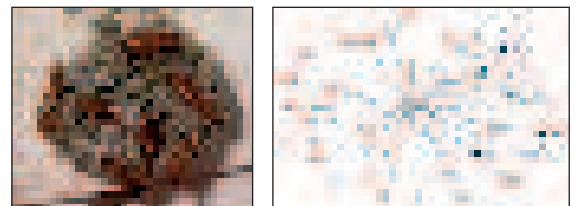
Egyre több faj csoportjainak szerkezetét sikerült már leírni és elemezni. Ormányos medvéknél láthatóan sokat számít a kapcsolatok erőssége, mert gyenge kapcsolat szinte bármely két egyed között kialakulhat (a gráf elég sűrű, mondhatjuk, 5. ábra). Morotáknál is vannak rendkívül erős és sokkal gyengébb kapcsolatok, de a hálózat szerkezete elég erősen strukturált, sok a hiányzó kölcsönhatás is (6. ábra). Guppiknál maga a kapcsolat is egészen más értelmet kap: térbeli közelséget jelez (7. ábra).

Adódik tehát a kérdés, mennyire hasonlítanak ezek egymásra, milyen egy verébhálózat, milyen egy elefánthálózat vagy éppen az ormányos medvék hálózata. Hamar rá kell azonban arra jönnünk, hogy néhány faj esetében nagyon jelentősen különbözhetnek az egyes vizsgált csoportok hálózatai. A fajon belüli különbségek sokszor jóval nagyobbak, mint a fajok közötti eltérések. A hálózat szerkezetét nem a faji hovatartozás határozza meg, hanem sokkal inkább a konkrét funkció, a rövid távú feladat. A papírdarazsak dominancia-hálózatai például igen finoman követik a királynő korát vagy a ragadozók gyakoriságát is. E változatosság miatt az igazán érdekes kérdés inkább az, mennyire variabilis egy-egy faj hálózata, bizonyos tulajdonságai milyen szélsőértékeket vehetnek fel és milyen eloszlást mutatnak. Ennek biológiai tartalma is jelentős: a variabilitás az alkalmazkodás és az evolúció alapja. Ha egy faj sokféle hálózatot képes produkálni, akkor felmerül annak lehetősége, hogy a hálózatokat tudja is használni valamire, és vajon van-e adaptív értéke ennek a változatosságnak.

**A darázs-fészek szerkezete**

Egy trópusi papírdarászfaj (*Ropalidia marginata*) egyedei között legalább tizenötféle jól elhatárolható kölcsönhatástípust lehet leírni. Ezek vizsgálata azt mutatja, hogy a különböző mechanizmusok inkább kiegészítik, mint megerősítik egymást. A királynő például a domináns-alarendelt kapcsolat hálózatából kiléphet és átválthat a kémiai (feromonokkal történő) kommunikációra. Ez azt jelenti, hogy a királynő kezdő korában a hálózat közepén ül és mindenkivel vagy szinte mindenkivel közvetlen kapcsolatot tart fent (4. ábra). Később helyzete egyre kevésbé központi már, a perifériára kerül, és valóban ki is léphet a hálózat legnagyobb komponenséből, akár izolálódhat is. De mindez csak a dominancia-kapcsolatok rendszerére igaz, közben más úton-módon kapcsolatban marad a többiekkel.

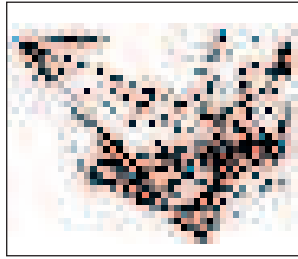
A darázskolóniák szerkezetéről két-három faj esetében már nagyon sokat tudunk (Gadagkar, 2001). A *Ropalidia marginata* faj egyedei például könnyen megjelölhetőek, így felismerhetőek és egyszerű követni a közöttük kialakuló kapcsolatokat. Ezekből felépíthető az interakciós hálózat, és például nyomon lehet követni, hogyan változik a kolónia szerkezete ragadozó jelenlétében vagy a királynő elvesztésekor. Az ilyen kutatások segíthetnek megérteni magának a társas viselkedésnek a kialakulását is, hiszen ez a faj primitív euszocialitást mutat, tehát egyértelműen kasztokba sorolhatóak az egyedek, de a kasztok között nincs morfológiai, csak viselkedésbeli különbség. Evolúciós szempontból ez egy



**4. ábra. Egy papírdarászfészek és a királynő pusztulása után kialakult új rend. Középen az új királynő pompázik (Gadagkar 2001 nyomán)**

**Főnöknek születni kell?**

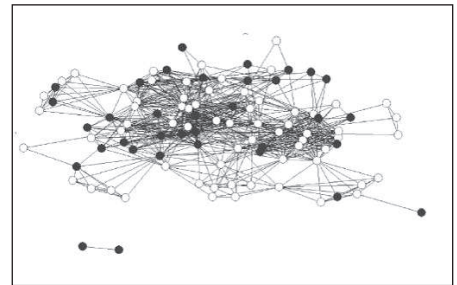
Izgalmas kérdés, hogyan kerülhet be egy egyed a hálózat közepére. Tágabban értelmezve ez az „emergence of leadership” (a vezetők megjelenése) kérdéskör lényege. És itt már végképp nem érdemes megkerülni



**5. ábra.** A koatimundik (ormányos medvék) kapcsolathálózatában nagy jelentősége van a kapcsolatok erősségének. Látunk egyedeket, melyeknek sok erős kapcsolatuk van (jobb oldali ábrán balra fent), másoknak ugyanolyan sok, de szinte csak gyenge (jobb oldali ábrán középen fent). Idős hímekek ne keressünk a hálózatban: a nőstények agresszív viselkedése miatt ők már két éves korukban elhagyták a csoportot, csak párzani járnak vissza

ni az emberi vonatkozásokat. A probléma tehát: Kiből lesz a hálózat közepén csücsülő főnök? Az egyik szélsőséges nézet szerint főnöknek születni kell, és a született főnök előbb-utóbb megtalálja magának a megfelelő hálózati pozíciót, elfoglalja az őt megillető helyet. Innen már csak használnia kell a rendelkezésére álló hálózatot. A másik szélsőséges scenárió szerint mindenki egyenlőnek születik, de aki véletlenül bekerül egy hálózat közepébe, abból a közösség (illetve a közösségben betöltött pozíció) főnököt csinál. Nyilván mindkét forgatókönyvnek van relevanciája, az igazság tehát nem középen van, hanem mindenhol. Ha kis szerencsével megnyerünk egy dominanciaharcot, feljebb ugorhatunk a rangsorban és onnantól minden más. Dúskálunk a nőstényekben, viselkedésünk megváltozik, és vezető pozíciónk megerősödhet, legalábbis átmenetileg. Ha viszont egy igen jó minőségű egyed véletlenül nem kerül rögtön a rangsor tetejére, később még megszerezheti a neki járó helyet. Ezeket a megfontolásokat érdemes szisztematikusan áttekinteni különféle állatfajok esetében. Ha kapunk

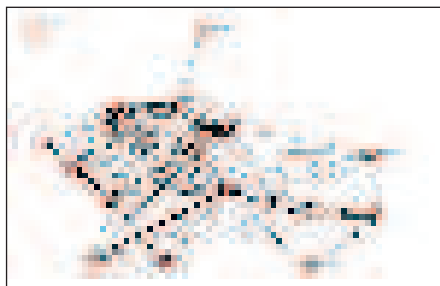
munka helyett egyszerűbb mások teljesítményét parazitálni. Az állatoknál ez picit más. Mondhatni, kevésbé tudatos. A köl-



**7. ábra.** Néhány faj esetében sajátos módon határozzák meg a kölcsönhatási hálózat szerkezetét. Guppiknál két egyed között akkor beszélünk társas kapcsolatáról, ha a közöttük lévő távolság egy kritikus küszöbértéknél kisebb lesz a megfigyelések folyamán. Bal oldalon egy guppi, jobbra a csoport hálózata. Néhányan kétlik ennek a fajta kapcsolattípusnak a létjogosultságát, de az tény, hogy megfelelő videokamerákkal és számítógépekkel felszerelve nagyon könnyű detektálni és megmérni ezt a fajta „kölcsönhatást” (Croft et al., 2004 nyomán)

csönhatások kialakítása, a kapcsolati hálózat felépülése automatikus vevjárója a szocialitásnak, annak hatásai pedig már

biológiai tudása lassan összesző, és nem maradnak többé rejtve előttünk az állatok társas titkai sem (Wey et al., 2008).



**6. ábra.** Az amerikai Sziklás-hegységben (Kolorádó) lakó sárgahasú mormoták kölcsönhatási hálózata. Néha nagyon erős kapcsolatok is kialakulnak, például idősebb nőstények között

majd egyszer valamilyen átfogó képet, azt valószínűleg igen hasznosan lehet majd alkalmazni például szervezetfejlesztésben vagy akár a bűnüldözésben.

elkerülhetetlenül befolyásolják mind az egyén, mind a közösség sikerét. A nagy átörös az lesz, amikor a hálózati kapcsolatok kialakításának viselkedésbeli hátterét

## Netværkőző állatok

Persze, nyilván túlzott a cím. Az ember sokszor azért netværkőzik (jó értelemben véve), mert szereti, ha sok ismerősén keresztül sok információ jut el hozzá, és ezt okosan tudja használni. Sokan persze azért netværkőznek (rossz értelemben véve), mert lusták, és rájönnek, hogy

## Köszönetnyilvánítás

A kutatás a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése országos program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg. A koatimundis hálózat elkészítésében pedig Paul Ágnes segített.

is megértjük, elsősorban az egyedi szintű variabilitást. Ha például találunk hálózati kapcsolatokat manipuláló, esetleg „rossz” értelemben netværkőző egyedeket. A tanulási képességek egyedi különbségeiről már van sok információnk, talán ez lesz az egyik fonál, amely elvezet ide. A hálózat-elemzés technikája és a viselkedéskutatók

## Irodalom

- Barton, R. A., Byrne, R. W. and Whiten, A. 1996. Behav. Ecol. Sociobiol. 38, 321–329.
- Croft, D. P., Krause, J., James, R. 2004. Proc. Roy. Soc. Lond. Ser. B 271, S516–S519.
- Gadagkar, R. 2001. The Social Biology of *Ropalidia marginata*. Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Reinhardt, V. and Reinhardt, A. 1981. Behaviour 77, 121–151.
- Riedman, M. 1990. The Pinnipeds: Seals, Sea Lions, and Walruses.
- Sagarin, R. and Taylor, T. (Eds.) 2008. Darwinian Security, University of California Press, Los Angeles.
- Wey, T., Blumstein, D. T., Shen, W. and Jordán, F. 2008. Anim. Behaviour 75, 333–344.