

BÁRÁNY-HORVÁTH ATTILA
VITÁLYOS GÁBOR ÁRON
URAY ZOLTÁN

JELTOVÁBBÍTÁS ÉS KOMMUNIKÁCIÓ AZ ÉLŐVILÁGBAN

■ Egy átlag „emberi szervezet” hozzávetőleg 10^{14} sejtből épül fel. Arról nem is beszélve, hogy egyes szövetek állandóan és fokozott osztódásban/pusztulásban vannak (vérképző vörös csontvelő, a bőrszövet, a belső üregeket – pl. beleket – bélelő bélhám stb.). Normális körülmények között minden 24 óra alatt a sejtek 0,1 százaléka elpusztul (apoptózis és nekrozis következtében), míg az osztódások során ugyancsak 0,1 százalék pótlódik. Kétségtelen, lennie kell valamilyen rugalmas, de szoros kapcsolatnak a sejtek között. Információáramlás van a sejten belül, a szöveteken belül, sőt a szervezeten belül, mi több, az egyedek között is.

Vajon van-e reális alapja a megkülönböztetésnek, indokolt vagy csak szeszély kérdése, vagy néhanem csak szórszálhasogatás élesen elkülöníteni az *információtovábbítási folyamatot* a *kommunikációtól*? Tökéletesen indokolt. A soksejtű szervezeten belül a jeltovábbítás a belső milióban, a homeosztatisz térben zajlik, azaz a sejtekben (tehát az *intracelluláris térben*) és az azokat körülvevő interszticiális folyadékban (*extracelluláris folyadékban*). Ezért a jeltovábbítás a megszokott *rendszeren belüli* (intraszisztémikus) *közegben* az informacionális csatornákat alkalmazza. Viszont az egyedek közötti térben, vagyis az interszisztémikus információtovábbításban – legyen szó akár jelzésről, akár üzenetről – az információnak át kell szelnie, hidalnia a két szervezet közötti teret és/vagy időt (vagy éppenséggel a téridőt). Ahhoz, hogy ezt megtehesse — gondoljunk csak a Shannon-féle (1948) modellre —

Részlet egy hosszabb tanulmányból.



Ha arra kényszerülünk, hogy megkülönböztessük a jeltovábbítást [...] a kommunikációtól [...], akkor soha ne felejtjük el, hogy az emberi faj elidegeníthetetlen sajátossága a folyamatos információgenerálás, a virtuális rendszeralkotás.

nemcsak *zajnak* van kitéve, de obligát módon „*át kell kódolni*”, majd „*vissza kell kódolni*” a *jelzést* vagy *szignált* (míg az embernél: az *üzenetet*). Az énekes madarak *vészkiáltásának hangképei* hasonlóak, így mindegyik „*érti*” a figyelmeztetést. De ez a vészkiáltás (a levegő rezgése) a szervezeten belül nem jelent semmit. Ahhoz, hogy értelmezhető legyen, *át kell kódolni ideg ingerületté*, amely a madár szervezete számára értelmezhető jelzéssé válik (idegimpulzussá alakul, ami a vevő, a receptor feladata).

Ennek a minimálisan legalább kétszeres átkódolásnak szükségszerűsége különbözteti meg a szervezeten belüli jeltovábbítást a biorendszerek közti kommunikációtól. Különben a rég kialakult, belső jeltovábbítási rendszerek mentén haladnak a továbbított jelek, és nincs szükség a kétszeres átkódolásra. A sejtek közötti „kommunikáció” legfennebb „metaforikusan” lehetne megengedhető kifejezés, esetleg „*költői*” túlzás; de mert félrevezető, még a tudománynépszerűsítő írásokban sem javasolt. Az utóbbi két évtizedben tanúi lehetünk annak, hogy a biológia nyelve tovább csiszolódik, és különösen az orvosi biológiai irodalomban rohamosan terjed a megkülönböztetés, elsősorban az angol nyelv által használt terminológia értelmében.

A *jeltovábbítási terápia* (signal transduction therapy) egy új kutatási irányzat, amely arra döbentett rá, hogy a betegségek „legalább” 30 százalékának háttérben *jeltovábbítási zavar* mutatható ki. Ilyenkor jeltovábbítási zavar jelentkezik a sejtekben, a szövetekben, illetve az egész szervezeten belül. A *szabályozó jellegű jeltovábbításról* van szó. A rosszindulatú daganatos, illetve az egyéb szív- és érrendszeri megbetegedésekben nélkülözhetetlen a génekben lezajló változások sorozata, így például az *onkogének fokozott aktivitása* vagy a *gátló (tumorszupresszor) gének inaktivitása*, és – természetesen – elmaradhatatlan a sejtek közötti rendellenes jeltovábbítás, ami kiváltja a kóros működést. Ez még önmagában nem lenne elég, de megjelennek bizonyos jelek mint „*túlélési faktorok*”, és kikapcsolják a „*rendszervédő*” program beindítását (normális körülmények között fontosabb az egész rendszer léte, mint néhány sejté). Ha fel szándékozzuk venni a harcot a tumoral szemben, akkor a „*hibás jelzéseket továbbító sejteket*” „*rendre kell utasítani*”, ezért rendkívüli reménykeltő a „*jeltovábbítási terápia*”, mert újfajta gyógyszerek alkalmazására nyújt lehetőséget, anélkül hogy káros mellékhatással kellene számolnunk, mint amilyen a sugárkezelés vagy a citosztatikumok alkalmazása. Végző soron a rosszindulatú daganatsejt létrejöttékor olyan információs változások indukálódnak, amelyek a „*folyamatos sejtosztódáshoz*” vezetnek.

Persze „*semmi sem új a nap alatt*”! A kolozsvári orvosi egyetem biofizikai tanszékének professzora, Victor Săhleanu már 1973-ban megjelentetett egy kötetet, amelynek sok felvetése ma látszik igazolódni. Mesterének nyomdokaiban járva Adrian Restian számos megállapításában (1977, 1983, 1997) minden bizonnyal a mai felfogások előfutára és megalapozója. Restian kifejezetten információs agressziószindrómáról beszél. Tegyük hozzá: bizonyára létezik *információs „éhségzindróma”* is, hiszen a havasokban expedíción eltöltött két-három hét után hazatérve valósággal faltuk a könyveket.

Az említetteken kívül van még egy igen fontos elvi/racionális indok, amelynek értelmében erősen javallott a *szervezeten belüli kibernetikai jeltovábbítás* és az *élő szervezetek közötti kommunikáció* éles elhatárolása: a szervezeten belüli szabályozás esetén csak akkor sikeres a reguláció, ha a szabályozási jeltovábbítás minél pontosabb, minél inkább megfelel a valóságnak. A téves „*riasztás*” nemcsak káros, de igen veszélyes lehet. Ezért, ha a továbbított jelzés hibás, a „*sérült, inadekvát működésű*” sejtet a szervezet azonnal szankcionálja: utasítást küld a „*vétkes*” sejt „*megjelölésére*”, és ilyenkor következik a sejt „*apoptózisa*” vagy „*szép halála*”. Ez nem azonos a „*nekrózissal*”, a „*csúnya halállal*”, amikor a sejt elhal, a sejt hártya kipukkad, a szétszóródó és lebomló anyagok gyulladást idéznek elő, stb. Az öngyilkosságra kijelölt sejt minden anyagát „*szépen becsomagolja*”, úgy, hogy a később arra tévedő *makrofág* könnyedén felfalhat

ja, és végleg eltünteti. A „korrekt” informálás mindennél lényegesebb, mert különben „*felbomlik a belső rend*”.

Ezzel szemben a biorendszerek közti, tehát a tényleges kommunikációban sokkal több a „hamis, nem őszinte” információ. Az interindividuális „kommunikáció” valósággal tobzódik az elferdített, manipulált, torz, hazug információkban. A „létért való küzdelemben” az azonos, sőt a más fajú egyedeknek érdeke, hogy a többiek ne tudják pontosan, hogy az adott *egyed* vagy *egyén* mit óhajt tenni (mi a valóságos szándéka). Ha a hím kormos légykapó (*Ficedula hypoleuca*) „félrelép”, az idegen tojó nem tudhatja, hogy van-e már „párja”, akihez visszamegy, hogy segítsen a fiókák felnevelésében, a hordásban. Közismert, hogy az állatok az álcázás nagymesterei. Lépten-nyomon „*manipulálják*” az *információt*, mert általában a sikeresség záloga éppen az alakoskodás, a tettetés, az őszinteség hiánya.

Ezen alapul minden „megszaladási jelenség”, ami gyakoribb a természetben, mint hinnénk. A pávatyúkók nem „tudják” miért, de a legszínesebb, a legdúsabb, leg-hosszabb faroktollazattal rendelkező hímet részesítik előnyben. Elvileg ennek „beleválónak” kell lennie ahhoz, hogy életben maradjon. Így a folyamat megállíthatatlan (pozitív visszacsatolás). A jégkorszaki szarvas (*Megaloceros giganteus*) – a dálnád rokona – kihalását is ez okozta, mert lapátjai elérték a 3,70 m terpesztést. Ez már a tajgai környezetben is lehetetlenné tette számára a túlélést.

Az ember ilyen „megszaladási jelensége” az édesség „imádata” (cukorka, csokoládé mértéktelen fogyasztása), vagy amikor az autó már nem közlekedési eszköz, hanem egyszerűen csak „státusszimbólum”. Az 1912-ben orvosi Nobel-díjat kapó Alexis Carrell (1873–1944) hívta fel először a figyelmet arra, hogy mennyire fontos az ember valóságos igényeinek a megismerése. Tervezés nélkül létrehoztunk egy olyan társadalmat, amely teljesen *inadekvát*, mert a *fő szempont a kényelem!* Ebben az új környezetben többnyire senyvedünk, és nem megfelelő módon tengetjük rövid földi életünket. Ma úgy mondanánk: a társadalom kezd „megszaladni” a „lustaság” irányába. A prostitúció, a droghasználat is ilyen „megszaladás”, mert lecsupaszítjuk a folyamatot a kulturális „adalékoktól”. A felbomló Római Birodalomban divattá vált a „zabálás” (majd a patrícius kiment, és kiöklendezte az egészet csak azért, hogy újra zabálhasson). Hát ez is megszaladási jelenség.

Pedig a társadalmilag kapcsolt előírások a párkapcsolatban is fokozatossá teszik a jelenséget, és az a „szép”, amit „szociálisan” az évtizedek során az együttéléshez hozzátesszünk. A kulináris élvezetnek sok apró szertartási adaléka teszi az „evést” szociálisan elfogadott „kultusszá”, ami a „zabálásnak” éppen az ellenkező véglete. A „szociális megszelídítés” – ha tetszik, ha nem – jó értelmű információmanipuláció (még ha nem is vesszük annak).

Végso soron annyira más jellegű, oly mértékben különböző célú funkciókat tölt be a jeléstovábbítás és a kommunikáció, hogy a kétféle rendszer „*összemosása vagy összeállítás*” súlyos értelmi félreértésekre ad okot. Egyfelől a jeléstovábbítás – vagyis az intraindividuális szabályozás – mint genetikai, fiziológiai reguláció rajzolódik ki, amely a pontosságot követeli meg, s ha az nincs meg, következik a megtorlás: a rosszul működő sejt eliminációja (apoptózis). Másfelől pedig a kommunikáció, az interindividuális szabályozás – az ökológiai, szociális, kulturális relációk regulációja –, ahol a minél tökéletesebb *információmanipuláció* a követendő példa.

Persze a kommunikáció csak azóta létezik, hogy magjelentek az élőlények, a biorendszerek. Emellett a kommunikáció szorosan összekapcsolódik a másik alapvető információs jelenséggel: a „megismerés folyamatával”. A *kogníció* során az információt először belsővé tesszük (*interiorizáció*). Ennek eredményeként megszületik a *mentális kép, a modell*. Ezt a feladatot sokszor az állatok „jobban” végzik el, mint az ember. Ezután következik a „*külsővé tétel*”, az *exteriorizáció*, amely már sokkal nehezebb fel-

adat, amennyiben a belső modellt értelmileg át kell „kódolni”, amire a legmagasabb rendű emberszabású (*atropomorfi*) majmok sem képesek, mert ők sem rendelkeznek egy nagyobb szignálrepertoárral, mint maximum 40 jelzés. Arról van szó megint, hogy a belső idegrendszeri (*neuronalis kódban*) létező információkat kellene átkódolni, méghozzá egy olyan *testen kívüli kódrendszerbe*, amelyet a másik állat is értelmezni tudna. Sajnos erre az *extraszomatikus átkódolásra* nem képesek, ami érthető, hiszen maga az ember is csak azóta képes rá, hogy beszélni tud, ez pedig maximálisan kétszázézer év, de meglehetősen, hogy csak 50-60 000 év. Ez pedig a faj életében nem túl hosszú periódus.

Felmerül a kérdés: mi okozza azt, hogy annyira nehéz az állatok számára a „sima” átkódolás? A válasz a következő: az átkódolás valójában rendszeralkotás. Ez pedig azért olyan nehéz, mert a virtuális információt át kell alakítani inherens információvá, és azt be kell építeni egy új rendszerbe. Tehát az átkódolás ilyenkor új rendszer alkotását jelenti, ráadásul a kiindulási rendszer virtuális és absztrakt, míg az új kódba „átírt” rendszer „anyagi” jellegű (például hangban kifejezett kiáltás, ének, rikoltás stb.). Egyszerűen szinte lehetetlen egy állat számára, amikor az ember számára sem könnyű, ezt a feladatot végrehajtani.

Ahhoz, hogy „új kommunikációs rendszert alkothassunk”, nemcsak a régi jelzések-re (szignálokra) van szükség, hanem újakra is. Az embert az általa használt, a *humán kommunikációban* „alkalmazott” nyelv állandóan arra készíti, hogy új mondatokat (új rendszereket) alkosson. Mi több, folyamatosan arra kényszerül, hogy új információkat generáljon. Ez magyarázza valószínűleg az 50-30 000 évvel ezelőtt élt ósapa („Ádám”) legfontosabb tulajdonságát, a kreativitást. A humán nyelv használata, az emberi kommunikáció folyamatos alkalmazása pedig állandóan gyakoroltatta vele az új rendszerek alkotásának módját. Ez a folyamatos gyakorlat vezette rá, hogy megtanulja: miként kell „előre látni”, tervezni és „előteremteni” (gerjeszteni) a szükséges információkat az újonnan alkotandó rendszer számára. Ha arra kényszerülünk, hogy megkülönböztessük a *jeltovábbítást* (kibernetika) a *kommunikációtól* (rendszerek közti jel/üzenetszere), akkor soha ne felejtjük el, hogy az emberi faj elidegeníthetetlen sajátossága a folyamatos információgenerálás, a virtuális rendszeralkotás. Naponta gyakoroljuk a rendszerek generálásának legfontosabb mozzanatát, azt, hogy miként kell előre „elképzelnéni és megtervezni” egy új rendszert, legyen az egy virtuális mondat, kőbalta, kerék, repülőgép, számítógép vagy úrhajó.

■ IRODALOM

- Bárány-Horváth Attila: *A „megfoghatatlan” információ – az empiria és az új paradigma megszületésén.* Korunk, 1998. 4. 61–76.
- Uó: *Káosz és információ.* Korunk, 2000. 3. 56–62.
- Bárány-Horváth Attila – Uray Zoltán – Szász Judit: *Információ és elvonatkoztatás.* Korunk 2002. 11. 1–38.
- Bárány-Horváth Attila – Uray Zoltán: *A bioinformatológia – új metatudományos szemléletmód a biológiában.* Korunk 2007. 8. 114–119; 10. 118–120; 11. 111–118.
- Uók: *Az információelmélet alapelvei és az evolúció.* Korunk 2010. 1. 100–109.
- Carrel, Alexis: *A láthatatlan ember.* Révai Kiadó, Bp., é. n. [1935]
- Csányi Vilmos: *Az emberi természet. Humánológia.* Vince Kiadó, Bp., 1999. 284–287.
- Csermely Péter: *Stresszfehérjék. Sejtjeink ősi védekező mechanizmusa.* Vince Kiadó, Bp., 2001. 98–100.
- Dennett, Daniel C.: *Micsoda elmék.* Kulturtrade Kiadó, Bp., 1996. 123.
- Ferenczi Gyula – Horváth Attila: *Korszerű oktatáselmélet. Rendszerszemléleti didaktika.* Dacia Könyvkiadó, Kolozsvár-Cluj-Napoca, 1980.
- Gánti Tibor: *Az élet általános elmélete. Az élet mivolta. Az élet princípiuma. Az élet és a halál szintjei.* Műszaki Könyvkiadó, Bp., 2000.
- Kéri György: *Jeltovábbítási terápia - új irányzatok a modern gyógyszerkutatásban (Kommunikációs zavarok a betegségek molekuláris mechanizmusainak hátterében).* Magyar Tudomány 2004. 1. 70–79.
- Nyíri Kristóf: *Ludwig Wittgenstein.* Kossuth Könyvkiadó, Bp., 1983.
- Restian, Adrian: *Patologia informațională.* Ed. Acad. Române. 1997.
- Săhleanu, Victor: *Essai de biologie informațională.* Editura Științifică, Buc., 1973.
- Shannon, Claude Elwood: *A Mathematical Theory of Communication.* Bell Syst. Techn. J. 1948. 27. 379–432; 623–656.
- Uray Zoltán: *Sugárszerűlések mérséklése kémiai és biológiai anyagokkal.* In: Székfoglalók a Magyar Tudományos Akadémián 1995–1998. MTA Kiadó, Bp., 2000. 1–36.