

CMI

AGYHULLÁMOK ÉS AZ EGYÜTTMŰKÖDŐ SZELLEM EREJE

91 Beszélgetés Freund Tamással

Somody Imre, a Pharmavit alapítója, valamint vállalkozó barátai Bolyai-díjat hoztak létre arra, hogy évente egyszer kitüntessék vele a magyar természettudomány egy kiemelkedő alkotóját. A díjat és a vele járó tízezer dollárt első alkalommal április 2-án Freund Tamás agykutató, a Kísérleti Orvostudományi Intézet helyettes igazgatója vehette át, egy tekintélyes tudós személyiségekből kiválasztott zsűri döntéseként. A díjkiosztó ünnepségen, amelyre a rendezők meghívták a tudományokban kitűnt legtehetségesebb magyar középiskolásokat a határon innen s túlról, felszólalt Orbán Viktor miniszterelnök is. Néhány héttel később fogtunk egy olyan beszélgetés lejegyzési és szerkesztési munkájába, amelyben Freund Tamás a Magyar Szemle olvasói számára részletesebben szól a maga és műhelye munkásságáról, valamint egyéb gondolatairól.

– Nem tudom, számítottál-e arra, hogy ekkora lesz a Bolyai-díj visszhangja, hogy ennyi figyelmet kapsz a sajtótól?

– Ekkora figyelemre nem számítottam. Gondoltam, egy hétig tart majd az újdonság, s aztán kikerülök a hírekből. De most már hetek teltek el, és még mindig járnak hozzám a televíziósok, újságírók.

– Belefáradtál?

– Elfáradtam egy kicsit, de nem baj. Úgy gondolom, hogy ez is része és célja a díjnak – hírverést csinálni a magyar természettudománynak. Olyan, mintha most több előadást tartanék az egyetemen. Azt is szívesen teszem. Fárasztó, de öröm.

– Az érdeklődésnek nyilván oka, hogy ki vagyunk éhezve magyar sikerekre. A Bolyai-díjnak óriási jelentősége, hogy ese-

ménnyé avat olyan nemzetközi tudományos sikereket, amelyekről nem hallunk eleget. Az is oka lehet a nagy figyelemnek, hogy esetekben olyan tudósról van szó, aki itthon ér el világraszóló eredményt, jobban mondva egy sikeres karrier elején hazajön, hogy itthon alapítson tudományos műhelyt. Ez manapság elég ritka. Ezenkívül, mindenkit érdekelnek az agy működésének titkai, nemcsak a hogyan, hanem pusztán a merő sejtetése is annak a szinte elképzelhetetlen gazdagságnak, a természet utánozhatatlan kreativitásának, amit az agy szerkezete és működése mutat. Talán idetartozik, hogy a közelmúltban röppent fel egy újabb tudományos apokalipszis-forgatókönyv az informatika amerikai hetilapjában, a Wiredben, a komputermérnök Bill Joy tollából. Eszerint a géntechnológia, a nanotechnika és a robotika szövetsége huszonöt éven belül az emberi agynál tökéletesebb biológiai számítógépeket hozna létre, amelyeket robotokba építenének. Ezek a robotok pedig majd átveszik az uralmat az emberek felett, mert egyre több fontos döntést hárítunk át rájuk. Végül tényszerűen leigáznak bennünket. Mít szólsz ehhez a vízióhoz?

– Kutatásaink alapján és filozófiai meggyőződésem szerint kizárt, hogy az emberi agy kapcsolatrendszerének gazdagságát a benne rejlő plaszticitással együtt mesterségesen reprodukálhatnák. Minél többet tudunk az agyról, annál kevésbé hihetünk ilyesmit. Ezenkívül a fizikailag létező emberi agy működését tudatos elménk irányítja, én-tudatunkban keletkező kreatív gondolataink meghatározzák cselekvéseinket, viselkedésünket. Nehéz lenne elhinni, hogy a majom agyától csupán az agykéreg-felszín méretében különböző agyunk képes lenne kitermelni egy olyan entitást, az én-tudatot, ami irányítólag hat vissza rá. Ha ezt elhinnénk, akkor az sem tűnhetne elképzelhetetlennek, hogy még néhány ezer vagy akár millió mikrochipet hozzátesznek a robotot működtető számítógéphez, és erre az „kitermel” egy önmagát irányító tudatot. Ez pedig az emberi programozástól független „kreatív” új gondolatokra teszi majd alkalmassá a robotot, mint például az

emberiség kipusztítása. Ebben én nem hiszek, mint ahogy abban sem, hogy elménk, öntudatunk, szabad akaratunk, lelkünk tisztán az anyag evolúciójának terméke lenne.

– *Kutatásaid középpontjában elmondásod szerint az agy két jellegzetes hullámtevékenysége áll.*

– Kutatási érdeklődésemet mestereimtől, Somogyi Péter és Szentágotthai János professzoroktól örököltem. Ez nem más, mint az agykéreg szerkezete és működése. Az agykéreg legmagasabb rendű idegműködéseink központja. A tanulás- és a memóriefolyamatok, a tudatos érzékelés, a cselekvések tervezése és egyéb mentális jelenségek az agykéregben játszódnak le, és talán ez az a terület, ami a laikusokat is, az utca emberét is a legjobban izgatja az agykutatás témakörében, különösen, hogyha felvetődik annak a lehetősége, hogy egyes tudati folyamatokat strukturális szinten az idegsejthálózatok szerkezetével, működésével meg lehet magyarázni.

Az elektrofiziológiai kutatások két nagyon fontos hullámtípusnak a létezésére világítottak rá, ezek közül a téta-oszcilláció, amely egy 8–10 Hz-es agyhullám, már több mint ötven éve ismert, de keletkezési mechanizmusát és funkcióját a mi munkánk előtt nem sikerült megfejtetni. Ez műhelyünk egyik fő eredménye az elmúlt néhány évben. A másik a gamma-oszcilláció, egy 40 Hz-es hullámtevékenység, ezt jóval később figyelték meg először az agykérgen.

– *Ez utóbbinak a leírása roppant érdekes. Úgy látszik, mi-ként bonyolult szerszámaink legtöbbször az emberi test az előképe, a teremtés – vagy természet – a radareloben is megelőzte az ember feltalálótévékenységét.*

– A gamma-oszcilláció a teljes agykéreg felszínén szinkron módon jelentkező oszcilláció, aminek a funkciójára vonatkozóan még csak hipotézisek léteznek, de ezek a hipotézisek rendkívül izgalmasak, hiszen ezzel magyaráznánk azt, hogyan lehetséges, hogy az agykéreg különböző pontjain, térben távol eső területeken tudatosuló különböző ér-

zékszervi információk – mint a látás a nyakszirti lebenyben, a hallás a temporális lebenyben, a tapintásérzet, és így tovább – egységes érzetet keltenek. Hogyha például sétálunk a ligetben, hallgatjuk, ahogy csicseregnek a madarak, érezzük a virágok illatát, látjuk a színüket stb., ezek mindmind külön érzékszerveken keresztül külön agyterületre jutnak el, de mégis egy egységes érzetet képeznek. Hogy miként áll össze mégis egy egységes érzékleti kép, ez az úgynevezett kapcsolási probléma. A korai adatok alapján ennek magyarázatára azt tételezték fel, hogy létezik az agyban egy olyan központi vetítőernyő, amire az összes érzékszervi információt feldolgozó agykéregből egy-egy vetítőgép egyszerre sugároz. Ez egy térbeli megoldást kínálna a kapcsolási problémára. Nos kiderült, hogy az agyban ilyen központi ernyő nincsen, és nincs is, aki azt nézze, úgyhogy valami más megoldást kellett kitalálni. Ha nem térben hozzuk össze ezeket az érzékletkomponenseket, akkor csak egy megoldás adódik, az idő. S ezt szolgáltatná a 40 Hz-es oszcilláció, a gamma-tevékenység, ami képes lenne arra, hogy 2-3 milliszekundum pontossággal időben összehangolná azoknak az idegsejteknek a működését, amelyek az adott pillanatban specifikus információ-tartalommal rendelkeznek. Tehát ezt úgy lehet elképzelni, mintha egy radar szkennelné az agykéreg teljes felszínét, és azon minden egyes szkennelésnél, ami ugye negyvenszer történik meg egy másodpercen belül, azok a sejtek villannának fel, amelyek abban a pillanatban éppen információt hordoznak. Így adódna tehát a kapcsolási problémára az időbeli megoldás.

– Tehát itt a kétféle hullámmozgás, az agy két elektromos vezérlőtevékenysége tulajdonképpen már ismert volt. Azonban ti mind a kettőnek a működéséhez hozzátettetek valamit. Mit tettek hozzá a téta-oszcilláció ismeretéhez?

– A téta-tevékenységről annyi volt ismert, hogy létezik, ezt a 8–10 Hz-es oszcillációt már több mint ötven éve

észlelték a hippocampusban. A hippocampus az agykéreg egy ősi területe, amely a memórianyomok beégetésében játszik szerepet. Innen lehet elvezetni ezeket a hullámokat, kizárólag explorációs viselkedés során, amikor az állat szabadon mozog, felderíti a környezetét, illetve az alvás gyors szemmozgásos fázisában. Éber nyugalmi állapotban nem folyik téta-oszcilláció, akkor egy egész más jellegű elektroencefalografikus tevékenység folyik az agyban. Nekünk sikerült igazolni azt, hogy az agykérgen kívül, a septum területén lévő pacemaker sejtek szelektíven, ritmikusan gátolják a hippocampus gátló idegsejtjeit, ezek a gátló idegsejtek pedig arra specializálódtak, hogy a hippocampus serkentősejtjeit, az úgynevezett piramissejtek nagy populációit képesek szinkronban tartani. Egy-egy ilyen gátlósejt több mint ezer piramissejtet képes szinkronizálni és azok a működését egyszerűen vezérelni. Ezek a gátlósejtek fogadják tehát az ő működésüket szinkronizáló szelektív pacemaker bemenetet a szeptumból. Itt meghatároztuk az ingerületátvivő anyagot, a pacemaker sejtekét és a fogadósejtékét is, ez a gamma-aminovajsav, a legelterjedtebb gátló ingerületátvivő anyag. Így képes tehát – kutatásaink szerint – egy viszonylag kis számú pacemaker sejt egy több millió sejtet tartalmazó nagy struktúra valamennyi sejtjének a működését szinkronizálni a gátlás gátlása, azaz gátlástalanítás (diszinhibíció) útján. Ez a szinkron oszcilláció pedig elvezethető akár egy kéregfelszíni EEG elektróddal is. 1988-ban publikáltuk a Nature-ben a téta-aktivitás anatómiai, szerkezeti hátterét, de ehhez hozzá kellett tenni az elektrofiziológiai bizonyítékot is. Erre kilenc évet kellett várni. 1997-ben sikerült a fiziológiai bizonyítékot is szolgáltatnunk Tóth Katalin és Richard Miles munkatársaimmal. Addig számos amerikai, nyugat-európai laboratórium is próbálkozott ezzel, de nem tudták létrehozni a szükséges kísérleti felállást. Az volt a lényeg, hogy élő állatban ez nem volt vizsgálható, hiszen hiába ingereljük a szeptális terüle-

tet, ahol a pacemakersejtek vannak, ott még egy csomó más pálya is átmegy, és nem lehetett volna kiválogatni a hatásból azt, hogy mi az, ami konkrétan ezeknek a pacemaker sejteknek a hatása.

– *Hogyan tudtátok megkerülni ezt a nehézséget?*

– Olyan *in vitro* szelet-preparátumot kell készíteni, amiben benne van a pacemakerrégió, a hippocampus, és még az őket összekötő pálya is. Antagonistákkal pedig mindent blokkolni tudunk, amit nem akarunk vizsgálni. Viszont ilyen szeletpreparátumot előttünk senki nem tudott készíteni, mert ez a két régió és az őket összekötő pálya még véletlenül sem estek egy metszési síkba az agyban. Én találtam ki egy olyan módszert, amivel egy kis szögletet ki lehetett vágni az agyból, és annak mentén ezt az „s” alakban meghajlott „szeletet” kiegyenesítettük. Egy ilyen eltorzított síkú agymetszeten ez tökéletesen vizsgálható volt. Hihetetlenül jól működő preparátumnak bizonyult, azóta a világon már több helyen is használják. Ezzel a módszerrel sikerült bizonyítani, hogy valóban az a pacemakerrégió, amire mi gondoltunk, és ennek az ingerlésével szinkronizálni lehet a szelet másik részében, a hippocampusban lévő piramissejtek nagy populációinak a működését. És minden más ingerületátvivő rendszer le lett blokkolva, tehát a szelektivitás is bizonyítást nyert ezzel. Ezt 1997-ben közöltük a *Journal of Physiology*-ban, ami az egyik legnevesebb folyóirat, és a főszerkesztője annyira megörült ennek a közleménynek, hogy mindjárt a kötet elejére egy vezércikket is íratott, ami csak a mi cikkünkről szólt, mondván, hogy végre, ennyi idő után megfejtették a téta-oszcilláció keletkezési mechanizmusát. Úgyhogy ezzel az egész világ előtt nyilvánvalóvá és elfogadottá vált, hogy ennek a mechanizmusnak a megfejtése a mi laboratóriumunk nevéhez fűződik.

– *Ha laikusként jól értem, amit mondtál, akkor a téta-tevékenység azért rendkívül fontos, mert sok milliárd agysejtnek*

tulajdonképpen a többségét blokkolni kell minden pillanatban. Hiszen a másik hullámtevékenység egy olyan tömkelegét szkenelnél egy adott pillanatban a működő agysejteknek, ami inkoherenciához, a tudat teljes káoszához vezetne.

– A sejtésed nagyon jó, tehát arról van szó, hogy az aktív és inaktív állapotok között folyamatos átmenetet kell biztosítani, és valóban, az eddigi eredményeink azt bizonyítják, hogy ennek a megoldása pontosan egy „zajszűrési” funkció révén lehetséges. Az agyban is, mint minden biológiai rendszerben, „zaj” van – üzemzaj –, és az idegrendszerre ez különösen jellemző, hiszen nagyon gyorsan kell reagálni a külső környezet változásaira. Tehát az idegsejtek nagyon közel tartózkodnak a külső, tehát a szignáلتovábbítási küszöbükhöz. Hogyha bármilyen kis belső környezeti változás történik, akkor az már átlendítheti egy ilyen belső zaj folytán a külső küszöbön az idegsejtet. Azt viszont tudjuk, hogy ha két összekötött sejt egyszerre sül ki, akkor közöttük a kapcsolat tartósan megerősödik, hiszen éppen ez a memórianyomok keletkezésének sejt szintű mechanizmusa. Ezt a két sejten vett példát kell általánosítani a sok milliárd sejt sok milliárd a nem tudom én hányadikon kapcsolatán.

– *„Sok milliárd sejt sok milliárd a nem tudom én hányadikon kapcsolata” – mondod. Ha ekkora az agy bonyolultsága, akkor már értem, hogy miért nem veszed komolyan a Wired idézett szerzőjének apokaliptikus-vízióját. Engem ez a kapcsolati bonyolultság „filozófiailag” nem lep meg, de ennek számszerű, vagyis tudományos kifejezését hallani mégis más a ma embere számára. De térjünk vissza két agysejt kapcsolatára.*

– Ha két összekötött sejt egyszerre sül ki, akkor megerősödik közöttük a kapcsolat. Viszont ha bármelyik sejt pusztán „zaj” folytán sül ki, és az ilyen kapcsolat ugyanúgy megerősödik, akkor az agy pillanatok alatt teleírná a teljes memóriakapacitását szeméttel. Az agynak valahogy ki kell találnia azt, hogy hogyan lehet megkülönböz-

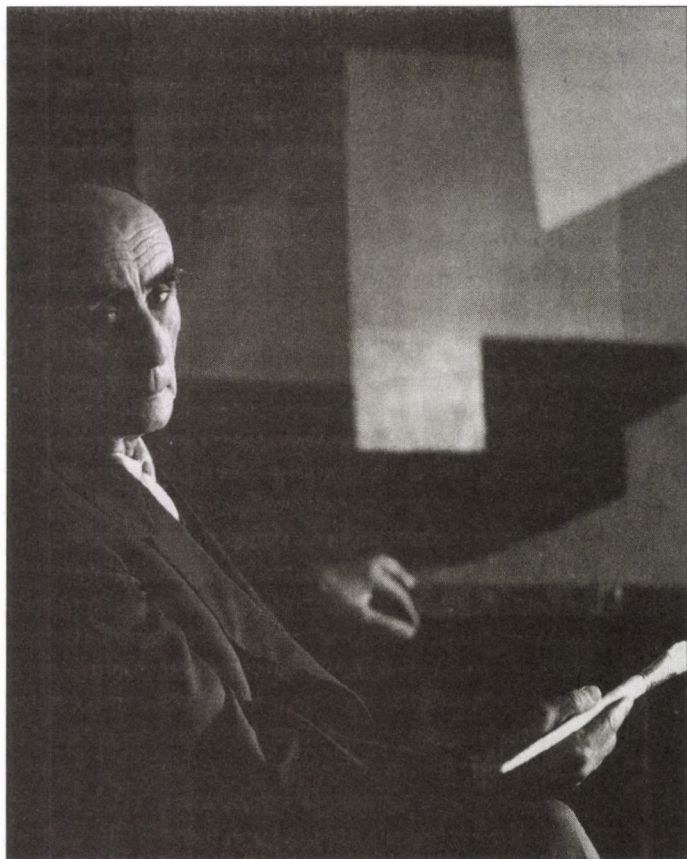
tetni a szignált a zajtól, s erre fejlődött ki véleményünk szerint a téta-oszcilláció. Ugyanis amikor a téta-hullám pozitív csúcsa következik – az összes idegsejtet egyszerre éri el ez a pozitív csúcs –, ez egy olyan depolarizáló löket, ami a zaj folytán a küszöbhez közel tanyázó sejteket átlöki a „kisülési” küszöbön, azok akkor „kitüzelik” magukat, zajszerű kisüléseket produkálnak. Ezután következik a negatív, a gátolt fázis, tehát a téta-oszcilláció hullámvölgye. Ekkor viszont már csak azok a sejtek lesznek képesek kisülni, amelyek sok extraserkentéssel rendelkeznek, tehát abban a pillanatban éppen specifikus információt hordoznak. Tehát a téta-hullám nem tesz mást, mint időben szétválasztja a szignáltranszmissziót a zajfázistól. Minden egyes másodpercben van körülbelül nyolc zajfázis, olyan 50 millisekundum körüli, és ugyanannyi hasonló hosszúságú szignáltranszmissziós fázis.

– *Tehát, ha jól értem, ez azt jelenti, hogy minden egyes agysejtünk másodpercenként nyolc alkalommal juthat el a kisülési állapotba, amikor át tudná lépni azt a küszöböt, amihez létrejöhet már egy gondolat, vagy egy benyomás.*

– Nyolcszor lökődik át a küszöbön a „zaj” folytán, és ugyancsak nyolcszor kapja meg a lehetőséget arra, hogy egy teljesen zajmentes környezetben egy erős szignált jelentő bemenet folytán leadjon egy-egy jelet. Amint mondtam, a téta-oszcilláció szétválasztja időben a szignált a zajtól. Ennek csak akkor van értelme, ha a zajfázisban meg tudjuk gátolni a tanulást. Nekünk sikerült leírni egy olyan gátló idegsejtet, ami erre lett „kitalálva”, erre fejlődött ki az evolúció során. Működésének az a lényege, hogy csak akkor képes kisülni, hogyha elég nagy számú serkentősejt sül ki a környezetében, amelyeket ő aztán legátol, visszacsatolásos gátlás révén megakadályozza, hogy a sejtek „tanuljanak”. Ennek legnagyobb valószínűsége a téta csúcsi fázisában van, amit mi zajfázisként azonosítottunk. Viszont a hullámvölgyben, a szignáltranszmissziós fázisban

csak néhány idegsejt aktív, azok, amelyek specifikus információtartalommal rendelkeznek abban a pillanatban, ez a néhány azonban nem elég ahhoz, hogy begyűjtsa ezt a visszacsatolósos gátlórendszert. Ha ebben a szignál-transzmissziós fázisban sül ki egy idegsejt, és a kisülése egybeesik egy ráérkező, külső környezeti információt szállító bemenettel, akkor az a bemenet, az a „szinapszis” tartósan meg fog erősödni, tanulás játszódik le. A téta tehát időben szétválasztja a szignált a zajtól, míg a visszacsatolósos gátlás biztosítja, hogy az idegsejtek közötti kapcsolatok csak a jelátviteli fázisban erősödhesse meg, a zajfázisban ne történhessen tanulás.

Van egy kedvenc hasonlatom erre a zajszűrésre. Úgy lehet elképzelni az agy állapotát, mint egy zsongó egyetemi előadást, amikor is a hallgatóknak „sürgős közlendőjük” van a szomszédjuk számára. Ha ezt teljesen összehangolatlanul, összevissza minden hallgató egyfolytában megteszi, akkor nyilvánvalóan akkora lesz a zaj, hogy senki nem ért semmit abból, amit az előadó mond. Ha viszont megegyezünk abban, hogy minden perc első húsz másodpercében lehet a szomszédal beszélgetni, de a maradék negyven másodpercében pedig csak az előadót figyeljük, akkor mindenki közölheti a sürgős mondandóját, de ugyanakkor az előadó mondandója sem fog elveszni. Ezt csinálja a téta-aktivitás is, időben szétválasztja a szignált a zajtól. Persze ezzel a példával annyi baj van, hogy én azt mondtam, megegyezünk az egyes percek felosztásában. Na de hogyan egyeznek meg az idegsejtek, hogy mindegyiknek ugyanakkor kezdődjön a perc? Ehhez kell a pacemaker tevékenység, az a gátlással szinkronizáló mechanizmus, amit már említettem. Hogyan lehet gátlással szinkronizálni? Képzeld el, hogy az egész hallgatóság egy hatalmas medencében ül, nyakig a vízben. A légzésük nyilván nem összehangolt az embereknek, teljesen máskor, más sűrűséggel veszik a levegőt. Ha a lélegzetvételt szinkronizálni akarjuk,



KASSÁK LAJOS, 1962

nem kell mást tennünk, mint mindenkinek a fejét a víz alá nyomjuk, és jó egy perc múlva egyszerre felengedjük. Akkor garantált, hogy az első egy-két lélegzetvétel egyszerre fog történni. Az idegsejtekkel is ugyanez történik, hiszen ez a gátlórendszer másodpercenként 8-10-szer legátolja az összes sejtet, majd a gátlásból egyszerre fölengedi őket.

– Lényegében zajsint tevékenység volt eddig, és kell egy másik hullámmozgás, ami azt észleli, hogy a téta-tevékenység kiket enged az adott pillanatban működni, mely sejteket. Most jön a kérdés, hogy mi végzi az összekapcsolást. Gondolom, itt visszatérünk a gamma-hullámhoz.

– A fenti gátló tevékenység eredményeként a jelátviteli fázisban az adott pillanatban valamilyen információtartalommal rendelkező sejtek teljesen zajmentes környezetben fognak küldeni. Viszont ahhoz, hogy a különböző érzékszervi információk összekapcsolódhassanak, az szükséges, hogy nagyon nagy agykéregterületeken két-három millisecondum pontossággal összehangolva süljenek ki azok a megfelelő idegsejtek. Ezt szolgálja a gamma-oszcilláció, a 40 Hz-es hullámmozgás, ami jóval nagyobb frekvenciája révén sokkal kisebb időablakokra tudja időzíteni a piramis-sejteket a küldését óriási nagy területeken. Arra vonatkozóan, hogy ennek mi lehet a keletkezési mechanizmusa, csak elképzelések vannak, de bizonyított hipotézisekkel még nem rendelkezünk. Van viszont egy olyan eredményünk, amit két éve publikáltunk, s aminek alapján egy új hipotézist állítottunk fel. Ez azon alapszik, hogy létezik egy olyan gátló idegsejt típus az agykéregben, amelyik, ellentétben az összes eddig ismerttel, nem a serkentősejtek működését koordinálja, nem azokat idegzi be, hanem kizárólag más gátlósejteket. Ezek egymást is gátolják és plusz még olyan gátlósejteket is gátolnak, amelyek ugye a serkentősejtek működését kontrollálják. És ezek a gátlósejteket gátló idegsejtek – mivel egymással is össze vannak kötve – hatalmas agykéregterületeken képeznek egyfajta összekötött

hálózatot. Így valósulhatna meg az a szinkronitás, amire szükség van egy 40 Hz-es precizitású oszcillációnak a kialakításához. Itt azt hiszem, nem érdemes részletekbe belemerülni.

– *Közismert tény, hogy érzelmeink, motivációink igen hatékonyan befolyásolják tanulási és memória-folyamatainkat. Ezt a Bolyai-díj átadási ünnepségén belső világunk hatásainak nevezted. Mennyiben járultak hozzá saját kutatásaitok ennek a mechanizmusnak a feltárásához?*

– *Érzelmeinkről, motivációinkról, általános fiziológiai állapotunkról kis kéregalatti idegmagvak hordoznak információt, és továbbítják az agykéregbe. Nagy jelentősége volt annak a Nature-ben megjelent cikkünknek, amelyben leírtuk ezen pályák hatékonyságának a mechanizmusát. Hiszen senki nem tudta elképzelni, hogy ezek a kis sejtcsoportok – melyeket kéregalattinak hívunk, mert az agykéregnél jóval mélyebben ülnek és sokkal ősibb struktúrák – csak néhány ezer idegsejtet tartalmaznak, s mégis az agykéreg több milliárd sejtjének működését képesek modulálni. Ezek szabályozzák az alvás-ébrenlét fázisait, ezek irányítják a szelektív figyelmet különböző tevékenységeinkre vagy érzékszerveinkre, és a teljes agykérget egy pillanat alatt egyik oszcillációs frekvenciáról átállítják egy másikra. Hogy képes erre néhány ezer idegsejt, mikor több milliárdnak a működését kell befolyásolja? Mint a Nature-cikkben elmondjuk, ezt úgy érik el, hogy fantasztikus szelektivitással képesek megtalálni a gátló idegsejteket, melyek mindegyike közel ezer serkentősejtet kontrollál. A gátlósejtek az agykéregben az idegsejteknek legfeljebb tíz-húsz százalékát teszik ki, az összes többi serkentő. A serkentők azok, amelyek tulajdonképpen az információt hordozzák, kódolják, tárolják, továbbítják. Ezeknek a működését, mint láttuk, össze kell hangolni, ezt végzik a gátlósejtek. Ezeket a gátlósejteket idegzik be a kéreg alatti pályák, amelyek igaz, hogy csak néhány ezren vannak, de hatásukat az*

ezerszeresére fokozzák azáltal, hogy azokat a gátlósejteket találják meg, amelyeknek mindegyike óriási piramissejt-populációkat idegez be. Tehát ez egyfajta strukturális magyarázata annak, hogy a különböző érzelmek, a motiváció és fiziológiás állapotunk hogyan képes a tanulási és memória-folyamatokat ennyire hatékonyan befolyásolni.

– *A kísérleti pszichológusok a passzív periódusoknak, az alvásnak és a kikapcsolódásnak, a pihenésnek nagy jelentőséget tulajdonítanak. A nem kísérleti jellegű mélylélektan megalapítója, Carl Gustav Jung is megfigyelte, hogy vannak extrovertált és introvertált emberek. Valószínű, hogy minden embernek vannak extrovertált és introvertált fázisai, tehát vannak időszakok, amikor kinyílunk a világ felé, és vannak időszakok, amikor becsukódunk. Bizonyára azért csukódunk be, mert be kell csukódnunk, mert valami olyasmi történik odabent, amire jobban oda kell figyelniünk. Vagy mert „a világ túl sok” nekünk. A díjátadási ünnepségekkor éppen ennek a gondolatnak rövid változatát jegyezted be a Bolyai-díj emlékkönyvébe. Ha jól emlékszem, arról szóltál, hogy befelé éppannyira kell figyelniünk, mint kifelé. A lélekre, amint te magad fogalmaztál, és ez egy természettudós szájából különösképpen figyelemre méltó mondat, tehát a lélekre éppúgy kell figyelni, mint a külvilágra. És ha jól emlékszem ezt azért mondtad, mert foglalkoztat téged ez a probléma, lévén, hogy a legkorszerűbb eszközökkel dolgozol és lévén, hogy ismered a legkorszerűbb avantgárdját a tudománynak és az egész mai nyugati életformának, az aggodalom igen erős benned, hogy olyan információáradatban élünk, amit nem tud földolgozni az agyunk. Hogyan látod, mennyire van ellátva – kutatásaitok szerint – az agy olyan berendezésekkel, olyan működésekkel, amelyek megvédik őt a túlburjánzott információ ellen? Ki tud-e kapcsolni önvédelemből, az idegrendszerünk, tud-e felejtani önvédelemből és mennyire szükséges, hogy tudatosan végezzük ezt a tevékenységet? Mennyire kell segítenünk a pszichénknak és a szervezetünknek abban, hogy ezt az információáradatot kiszűrhesse? Erről eszembe jut édesapám egy mondása, aki az elektronikus hullámterjedésnek volt a specialistá-*

ja. Mérnök létére azt hangoztatta nekem finom iróniával többször is, hogy a rádiónak az a legnagyobb erénye, hogy le lehet zárni. Mellesleg éppen e bölcsesség ellenében terjesztették aztán el Rákosi Mátyásék a vezetékes rádiót, aminek hangját, mint tudjuk, minden faluban, minden munkahelyen hangszóróval kieroósítotték, s amin csak a „népi demokrácia” adásait lehetett fogni... Nos hát ez egy kicsit bonyolult kérdéscsomag, de talán találsz benne valami kohéziót. Le tudod szkennelni.

– Nagyon sok kérdést tettél fel, és felvetettél egy nagyon nagy lélegzetű problémát, amit valóban én is említettem a díjtadási ünnepségen. De ez nem konkrét kutatási eredményeken alapul, nem kimondottan kutatási tapasztalataimon, hanem agykutatói intuíción. A kommunikáció hihetetlen fejlődésével felborult agyunkban a külső információ és a belső világunkból származó impulzusok közötti egyensúly. Ez amiatt van, hogy agyunk biológiai fejlődése igen lassú folyamat, és az ösközösségi társadalom kialakulásától fogva egy olyan ötvenezer éven keresztül ez körülbelül párhuzamosan fejlődött a befogadandó és feldolgozandó információ mennyiségével.

– Hadd vágjak itt egy percre közbe, mert ez a vélekedésed már máskor is elgondolkodtatott, és rá szeretnék kérdezni. Úgy gondold, hogy ötvenezer év annyira nagy idő, ami alatt történtenek változások az agyban?

– Hátha ötvenezer év alatt nem is jelentősen, de pár százezer év alatt biztos, hogy súlyában, méretében, az idegsejtek számában, az agykérgi idegsejtek egymással alkotott kapcsolatainak a komplexitásában – ami sokkal fontosabb követelmény – nyilvánvalóan történtek előrelépések. De ez a folyamat nagyon-nagyon lassú, évezredekben, sőt évmilliókban érdemes csak mérni. Ez a tempója az agy biológiai fejlődésének, ezt semmilyen módszerrel mai tudásunk szerint gyorsítani nem lehet. De ez a fejlődés ötvenezer éven át lépést tartott a befogadandó, feldolgozandó információk növekedésével. Az elmúlt ötven évben viszont

a kommunikáció, rádió, televízió, mobil telefon, majd az internet megjelenésével a külső információ mennyisége, amit az agyunknak be kellene fogadni, hihetetlen radikális módon megnövekedett. A probléma abból fakad, hogy az ember természeténél fogva egyre több külső információt próbál benyelni és magáévá tenni, ez viszont automatikusan ahhoz vezet, hogy visszaszorul a belső világunkból származó impulzusokkal való társítás. Optimális esetben a belső világ pecsétet üt minden külső környezeti információra, mielőtt ezt tartósan beírjuk a tudatunkba. A belső világunkat két részből képzelem el. Az egyik, amiről már beszéltem, ősi agykéreg alatti struktúrák által hordozott információk, mint az érzelmek, a motivációk, általános élet-tani állapotunk érzékelése. A belső világunknak egy másik része az évezredek kulturális hagyományainkból jött létre. Ezek azok a belső információk, amik mindenképpen bele kell, hogy szóljanak abba, hogy egy eltárolt emléknym milyen színezetet kap. Talán azt is egy példával tudnám illusztrálni a legjobban, hogy miért is van alapvetően szükség arra, hogy az úgynevezett lélek hangjaira odafigyeljünk. A „fogoly dilemma” a matematikusok játékelméletéből közismert példája annak, hogy miért nem működik együtt az ember, hogyha kizárólag a logikus agyára hallgat. Ez egy olyan játékelméleti kérdés, amivel Neumann János is nagyon sokat foglalkozott.

A példa szerint két fogoly ül a cellában, és mindegyiknek megadják a lehetőséget, ha terhelő vallomást tesz a másikra, akkor szabadon engedik, de nyilván ennek következtében a másik rab akkor hosszú időre be lesz zárva. Nos, az egyik fogoly elgondolkodik: hogyha a másik engem elárul, akkor jobb, ha én is elárulom, hiszen akkor legalább bosszút álltam és együtt ülünk. Mi van akkor, ha a másik nem árul el, hanem együttműködik velem. Nekem akkor is jobb, ha elárulom, hiszen akkor én megszabadulok. Tehát akármit csinál a másik, nekem az a jobb, hogyha elárulom. Mivel

a másik rab ugyanígy gondolkodik, ezért a száraz nyers logika szerint egymást el fogják árulni, és mind a ketten hosszú ideig fognak ülni a börtönben. Ez a helyzet egy nyilvánvaló paradoxon, hiszen az emberek általában együttműködnek egymással közös érdekeik alapján.

A matematikusok és pszichológusok ezt úgy fogalmazták át, hogy egy kísérletben mindkét játékosnak két kártyát adnak, egy együttműködő és egy önző kártyát. Hogyha mind a ketten az együttműködő kártyát játsszák meg, akkor kapnak 3-3 pontot, ha mind a ketten az önző kártyát játsszák meg, akkor 1-1 pontot kapnak csak, de ha az egyik az együttműködő kártyát, a másik az önző kártyát játssza meg, akkor az önző 5 pontot kap, ez a kísértés az elárulásra, ilyenkor viszont a másik 0 pontot kap, tehát még kevesebbet, mint amikor mind a ketten önzők voltak. Nos mi következik ebből? Ugyanúgy, mint a fogolydilemmában, az egyik játékos belegondol abba, hogy mit fog játszani a másik, mint a snóbliban, hogy mennyit dugott. Hogyha a másik az önző kártyát játssza meg, akkor jobb, ha én is az önzőt játszom meg, mert akkor legalább 1 pontot kapok. Hogyha a másik az együttműködő kártyát játssza meg, nekem akkor is jobb, ha én az önző kártyát játszom meg, mert akkor 5 pontot kapok és nem csak hármát. Tehát akármit játszik a másik, nekem jobb, ha az önző kártyát játszom meg. Mivel a másik ugyanígy gondolkodik, ez nyilván ahhoz vezet, hogy mind a ketten csak 1-1 pontot fognak kapni, és nem hármát, ha együttműködnének.

Köztudott, hogy az ember kultúrtörténete során azért csak kialakult az együttműködés, hiszen ellenkező esetben társadalmi fejlődésben sehova nem jutottunk volna. Ha ezt a kártyajátékot játsszuk, akkor az a dilemma megoldása, hogy rengeteg lejátszás után kialakul az együttműködés, mert a felek rájönnek arra, hogy mégiscsak jobb 3-3 pontot kapni, mint egyet-egyed. Jobb tehát az együttműködés, mint a feltétlen előnyszerzés. Nap mint nap játszunk egy-

mással ilyen játékokat, kultúrtörténetünk során pedig több milliárdszor játszottak az emberek egymással ilyen „játékokat”, ez az a tapasztalat, ami beleíródott maradandóan az embereknek a kulturális memóriájába, és több ezer éves kulturális örökségként ott van az agykérgünkben az együttműködés parancsa, más hasonló, „nem logikus” parancsokkal együtt.

– *Korunk jellegzetessége – szeretjük, nem szeretjük –, hogy ha egy új gondolat általános érvényre tör, akkor tudományosan kell magát kifejezze, a tudomány köntöskében kell felbukkanjon. Darwin munkájából nem maga Darwin, hanem azt hiszem, hogy elsősorban egyes tanítványai és aztán társadalomtudósok azt a következtetést vonták le, hogy a természetben folytonos harc folyik, harc a fajok belül és harc a fajok között. Ez tökéletesen beleillett a 19. századi kapitalizmus világgépébe. Azt hiszem, hogy a 20. század elején történt, hogy a biológusok is elkezdték átértékelni ezt a gondolatot. A 20. század első harmadában fordulat történt – ismereteim szerint a gondolkodók közül Lewis Mumford hívta fel rá a figyelmet – amikor a biológusok kétséget kizáróan bizonyították, hogy a fajokon belüli együttműködés, sőt ami sokkal érdekesebb, populációk, fajok közötti együttműködés ugyanolyan fontos része a biológiai létezésnek, mint a harc. S hogy ennek példáit Darwin is leírta útinaplóiban. Hogy egy ilyen gondolat, egy ilyen érték mikor kerül a gondolkodás előterébe, nem pusztán véletlen. Hiszen magad is mondtad azt, hogy már az előző gondolat is nemcsak a kutatásaid eredménye, hanem „az agykutató intuíciója”. De az, hogy az agykutató intuíciója ma ilyen irányba működik, és nem olyan irányba, mint mondjuk 120 évvel ezelőtt, az jelez valamit. A 20. század első felében talán az atomfizikusok voltak azok, akik közül a legtöbben kiléptek a filozófia és a közgondolkodás terére. Úgy látom, hogy talán ma az agykutatók azok, akik egy ponton a pályájukon úgy érzik, hogy ki kell lépniük és általánosítaniuk kell, nem pusztán a kutatási eredményeiket, hanem ahogy te mondd, az intuícióikat is. Tudjuk, hogy Szentágothai János közéletiségének nagyon nehéz világban, igen*

kicsi mozgástérben micsoda óriási jelentősége volt. Láthatunk más példákat magunk körül, látjuk például, hogy Vizi Szilveszterben milyen nagy közéleti érdeklődés van, és hogyan igyekszik általánosabb érvénnyel megfogalmazni egy olyan emberképet, ami a kutatásaiból és az intuícióiból kibontakozott. Nem véletlen az sem, hogy Hámori József, akinek a munkássága szintén hatással volt rád, közéleti szereplést vállalt többször is. Hiszen az vállalt közéleti szereplést, aki úgy érzi, hogy a tudományos munkássága során olyan eredményekre és olyan intuíciókra jutott, amik az egész társadalom részére hasznosíthatók lehetnek.

– Ezzel egyet tudok érteni. De hadd térjek vissza a kérdésed első részében felvetett problémára – együttműködés vagy pedig önző harc, mi az, ami előreviszi a biológiai fejlődést, evolúciót? Továbbra is fenntartom és vallom Darwin szelekciós elméletét, hiszen ez arra is kivetíthető, hogy az együttműködést hordozó gének vagy pedig az együtt nem működő, önző gének kerülnek-e a szelekció folytán kedvezményezett állapotba. Erre nagyon jó példát ad Matt Ridley *The Origins of Virtue* (Az erény eredetei) című kitűnő könyvében. Ez a vérszívó denevérek példája, amelyek 30-50 fős kolóniákban élnek, szomszédos fák odúiban tartózkodnak. Éjszaka vadászatra indulnak, de mindig csak egy kis hányaduk talál egy nagyobb emlősállatot, amelynek jól tud lakni a véréből. A többiek éhen maradnak, viszont tudják, hogy melyik társaik laktak jól. Hiszen napközben társas tevékenység folyik, jobbra egymást vakarásszák. Elsősorban a köldök környékét szokták vakarászni, és ebből megtudják, hogy melyikük evett és melyikük nem, és amelyik evett, attól kérnek. Ilyenkor amelyik evett, adni is szokott, képes felöklendezni valamennyi vért és szájából szájba táplálni tudja a többieket. A biológusok bizonyították, hogy ezeken a denevérkolóniakon belül az egyes egyedek tökéletesen tisztában vannak azzal, hogy melyik az a fajtársuk, amelyiktől ők korábban kaptak, és annak ők is fognak adni. Azok viszont egyszerűen kiszelek-

tálódnak a populációból, amelyek nem képesek az együttműködésre. A fogolydilemma szerint az a denevér járna legjobban, aki ha kér, kap, ő viszont soha senkinek nem ad. Ez a típus viszont kiszorul a populációból, aminek feltevése az, hogy képesek legyenek nyilvántartani, melyik egyed volt ilyen önző. Ehhez olyan fejlett agykéreg kell, hogy 40-50 fajtárs több hónapos, éves viselkedését képes legyen megjegyezni. A kulcs tehát a kölcsönösség folyamatos monitorozása. Nyilvánvalóan egy ilyen együttműködő denevérkolónia sokkal életképesebb, mint egy önző egyedekből álló kolónia, ahol nem alakult ki az ilyen együttműködés. Nyilván a generációváltások hosszú sorozata vezetett ahhoz, hogy a denevérek együttműködő változata maradt fenn, és az önző viselkedést kódoló géneket hordozó változatok kipusztultak. Tehát a darwini szelekció igenis működik, és előnyben részesíti az együttműködést. A mi agyunk jóval fejlettebb, mint a denevéreké, de 100-200 fősnél nagyobb közösségekben mégsem tudja folyamatosan nyilvántartani, kivel hányadán áll.

Fontos tehát a közösség mérete. Mint Matt Ridley írja, az ősközösségi társadalmakban a hordák 100-200 fősek voltak. Manapság a természeti népeket Dél-Amerikában, Afrikában is 100-200 fős törzsi közösségekben élnek. A civilizált társadalmakban egy-egy egyházközség 100-200 fős. Egy-egy optimálisan működő középüzem 100-200 fős. Ha megnézzük egy városi ember telefonos noteszét, abban kb. 100-200 ember neve van benne. Tehát ez az a méretű közösség, amelyiken belül az emberi agy mai fejlettségi szintjén képes folyamatosan monitorozni a szociális kapcsolatrendszerét, egyes emberekkel fenntartott kapcsolatainak szintjét, minőségét. Ilyen méretű közösségeken belül biztosítható az együttműködés a viszonyosság monitorozásán keresztül. Viszont a probléma akkor keletkezik, ha nagyobb közösségen belül kell együttműködni. Egy nemzeti közösség jóval meghaladja a monitorozási képessé-

geinket. Így nyilvánvalóan képtelenség kiszűrni azokat, akik nem működnek együtt. Ez olyan embertípus kifejlődéséhez vezet, amely kisközösségekben esetleg együttműködik, de nagy közösségekben, mint egy ország nemzetközössége, kihasználja mások jóhiszeműségét, altruizmusát, és így speciális előnyökhöz jut.

– Ez a gondolat a te szádból igen fontos pillanatban hangzik el, és nagyon szerencsés, hogy ezt a Bolyai Díj folytán olyan helyeken mondhattad el, olyan orgánumban, amelyek naponta, hetente jelennek meg, tehát nagyon sokan olvashatták, hallhatták.

– Még egy érdekes biológiai példán keresztül próbálnám megvilágítani azt, hogy ha nem is biztosítható a kölcsönösség, mi az, ami mégis időnként ráveszi a nagyobb közösségeket a maximális együttműködésre. Ez pedig az egész közösség létének a veszélyeztetettsége. S erre a biológiai példa megint csak Matt Ridley könyvéből a nyálkás penész. A penészkolóniát amőbaszerű egyedek alkotják. Nyilván az a fajfenntartási cél, hogy az egyes amőbák minél gyorsabban szaporodjanak, és így a saját génjeiket minél nagyobb számban halmozzák fel. A telep megpróbál terjedni azok felé a területek felé, ahol leginkább képes megélni és szaporodni, akár kolóniatársai kárára. Ha egy ilyen hatalmas – nyilvánvalóan önző sejtekből álló – kolónia hirtelen olyan külső környezeti körülmények közé kerül, hogy egész léte forog kockán, akkor az amőbák összeállnak egy olyan teleppé, amelyből kiemelkednek spóraszálak és a végén pedig a szaporítósejtek. De ez mind ugyanolyan amőbákból jön létre, tehát azok, akik a szárat alkotják, el kell haljanak. Kialakítanak egy spóratartó szárat, miközben egyszerűen kiszáradnak és elhalnak, míg akiket hordoznak, azok lesznek azok, amelyeknek a génjei tovább élnek, hiszen aztán ezek a szél segítségével elszállhatnak messzi vidékekre, ahol optimális körülményeket találnak. Ismétlem, azok, amelyek a spóratartó nyelet alkotják, teljes mértékben fölládozták magukat, a saját génállo-

mányukat, de az egész kolónia fönmaradását segítik elő az önfeláldozásukkal, azzal, hogy ők egy ilyen spóratartó nyelet hoznak létre önmagukból.

– Talán nem túl nagy a váltás, ha innen térünk vissza kiindulópontunkhoz, a fogolydilemmához és az együttműködéshez. Itt a párhuzamokat nem is nagyon szabad hangsúlyozni, mert magukért beszélnek. Az egyik dolog, ami eszembe jut, az, hogy manapság sokan mondják, hogy a magyarságnak nem működik a veszélyérzete... A másik az, hogy Magyarország most egy olyan pillanatban csatlakozott vissza a nyugati vérkeringésbe, amikor a piacok teljesen liberalizálódtak, s a kapitalizmus megint egy olyan expanzív fázisába lépett, amelynek az alapja az egyéni siker, és a közösségi kontrollok meggyengültek. Azt hiszem, nagyon nagy a különbség a 70-es évek nyugati mentalitása és a 90-es évek mentalitása között. Ez a sikerorientált, szélsőségesen individualista magatartás érkezett mintaként Magyarországra a rendszerváltozáskor, ráadásul egy olyan társadalomba, amelyet 40 éven át próbáltak kegyetlen következetességgel és ördögi ügyességgel megfosztani belső kohéziójától, az együttműködés és a szolidaritás ösztönétől. Hiszen a Kádár-rendszer történetének az volt a lényege, hogy előbb a terror során kiemelték azokat az embereket, akikben működött a közösségi felelősségérzet, őket kiszakították a természetes hálózatokból, s a hálózatok szétestek. Majd a pacifikáló fázisban a többieknek azt mondták, hogy boldogulhatnak szűk körötökben, de a portátok határán túl ne nézzetek. Ez a kettős hatás érvényesül ma a társadalom mentális állapotában.

– Ezzel igazoltad, amit korábban mondtam, az evolúció olyan embertípus kifejlődését segíti elő, amelyik kis közösségekben kooperál, de egy nagyobb, nemzeti közösségben már inkább kihasználja társait, azaz a „fogolydilemma” szellemében cselekszik. Ennek csak az vethet gátat, ha odafigyelünk évezredes kulturális örökségünket hordozó belső világunkra, ami megfelel a fogolydilemma sokszori újrajátszásának, s ami az együttműködés kialakulásának kulcsa. Ez az, amit a Kádár-rendszer sikerrel igyekezett

kikapcsolni. Ezért írtam a Bolyai-díj emlékkönyvébe, hogy figyeljünk oda a lélek hangjára, mert csak így állíthatjuk képességeinket, vágyainkat és az együttműködő szellem erejét közös felemelkedésünk szolgálatába.

Szűkebb szakmai környezetemben hála Istennek látok sok ellenpéldát is a mai kíméletlen létharcban. Intézetünkben, de más kutatóhelyeken is az egyetemi hallgatók, fiatal kutatók rendkívül motiváltak, itt nyüzsgő legalább hat-nyolc, aki itt tölti a késő estéjét és a hétvégéjét, hogy minél előbb eljusson arra a technikai színvonalra, hogy saját önálló kísérleteket végezhesen. Ismerik a szűkös anyagi feltételeket, mégis szeretnék a kutatói pályát választani, és legtöbben itthon képzelik el jövőjüket. Érzik, hogy itthon minden felfedezéssel két legyet üthetnek egy csapásra. Egyrészt a nemzetközi tudomány építményéhez tehetnek hozzá egy téglát, ugyanakkor az ország felemelkedését is szolgálják. Ehhez ambíció kell, de jó csapatszellem is. A fogadókész generáció létezik, és én úgy gondolom, hogy mesterekben sem állunk rosszul. Az agykutatásban az elődök nagy generációjának tanítványaiból, a Szentágotthai-iskola tanítványai közül még nagyon sokan aktívak, és olyan tanítványaik vannak, akikben megbízhatunk, hogy folytatni fogják ezeket a hagyományokat.

– A fiatal nemzedékekben reménykedhetünk, én is azt hiszem. Az ő fogadókészségük előfeltétel, de ennek a műhelynek a sikeréhez nyilván azért kellett egy egész konstelláció, amelyik téged hozzásegített ahhoz, hogy körülötted kialakulhasson egy műhely, s ami hozzájárult ahhoz is, hogy a Bolyai-díjat elnyerhesd. Gondolok arra, hogy mestereid révén nagyon korán kikerülhettél Oxfordba, megtanultad egy másik világnak a nyelvét, és a viselkedési szabályait is, és ismervén azt a másik világot és annak elismerését megszerezvén biztosítani tudod azt a természettudományban igen fontos dolgot is, hogy itt meglegyenek azok a műszerek, amik szükségesek a világszínvonalú kutatáshoz. Ahogy hallottam a Bolyai-díj ünnepségen, az elmúlt évek-

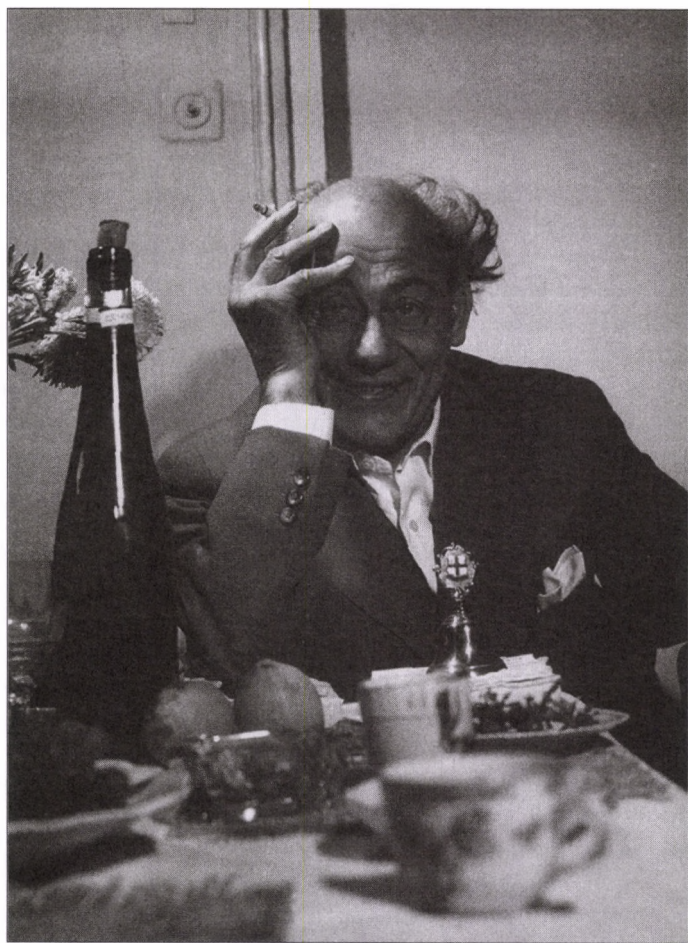
ben különféle nemzetközi pályázatok, alapítványok révén közel egymillió dollárt tudtál nyerni műszerek, berendezések vásárlására. A fiatal magyar szakembernek két problémája van. Az egyik, hogy esetleg nem állnak rendelkezésre azok a berendezések, amikkel a világ élvonalába tartozó kutatást végezhet. A másik a csekély fizetés, a nehéz megélhetés, és nyilván ez az a probléma, amit te sem tudsz megoldani. Felteszem, hogy a megoldás az, hogy el kell engedni a fiatalokat, menjenek csak el két-három-négy évre dolgozni külföldi laboratóriumokban, egyetemeken, de abban a reményben, hogy visszajönnek, hogy talán Magyarországon is olyan viszonyok lesznek tíz év múlva, hogy az olló a magyar és a nyugati tudósok fizetése között talán szűkülni fog.

– Az itthoni iskolaépítésnek több feltétele volt. Az egyik az, hogy Vizi Szilvesztertől harminckét évesen visszautasíthatatlan ajánlatot kaptam: kinevezett a Kísérleti Orvostudományi Kutató Intézetbe osztályvezetőnek, olyan pozícióba, amelyet korábban szinte kizárólag akadémikusok foglaltak el. Ez tehát nagyon tekintélyes állás, nagy kihívásokkal, amit nagy örömmel elfogadtam, hiszen egy tudósnak nemcsak az a szempontja, hogy mekkora a fizetése, hanem a fejében forgó gondolatok, elképzelések közül mennyit tud megvalósítani. Ahhoz, hogy minél többet meg tudjon valósítani, nyilvánvalóan sok pénz kell, de az nem elég. Minél nagyobb csoportot tud irányítani a kutató, annál hatékonyabban tudja a munkáját végezni. Egy osztályvezetői beosztás a KOKI-ban több munkatársat jelentett, mint a legjobb amerikai professzori állásajánlatom, ahol egy-két embert kaptam volna munkatársul, amit később még néhány fővel lehetett volna fejleszteni, úgy tízéves kifutási idővel. Itt viszont rögtön egy nagyobb csoporttal kezdhettem, amit mára már 10-12 főre fejleszthettem tovább. Viszont a laborterület és a kitűnő munkatársak sem sokat érnek, ha nincsenek meg a műszerek, berendezések, amik alapvetőek a kuta-

táshoz. Szerencsére én kiváló magyar mesterek tanítványaként külföldön is sokat dolgozhattam, korán sikerült nemzetközi hírnevet szereznem megfelelő számú publikációkkal, idézettséggel, s így a nemzetközi pályázatok megnyerése sem volt olyan nehéz feladat. Itthonról Magyarországról, nemzetközi együttműködő partnereimmel közösen nyertük el ezeket a pályázatokat, melyeknek az összege ma már talán az 1 millió dollárt is megközelíti. Ezekből bőségesen jutott arra, hogy a legjobb berendezésekkel lássuk el a laboratóriumot, és most büszkén mondhatom, hogy bármelyik nyugat-európai, amerikai laboratóriummal versenyre kelhetünk, egy multidiszciplináris laboratóriumot állítottunk fel. Így az anatómián kívül, amit én a Szentágothai iskolában Somogyi Pétertől tanultam, most már az elektrofiziológiát és a molekuláris biológiát is bevontuk eszköztárunkba. Tehát nagyon sok irányból, sokféle szinten tudjuk ugyanazt a problémát megközelíteni, és így sokkal koherensebb, teljesebb képet kapunk bármilyen vizsgált kérdésről. Ezt tette lehetővé ez a számos pályázat, de mindehhez szükséges volt ez az állásajánlat. Vizi Szilveszter felismerte: csak úgy lehet egy nemzetközileg elismert intézetet építeni, ha megpróbálja hazahozni külföldről, itthon tartani azokat az embereket, akik a nemzetközi megmérettetésen is jól szerepeltek.

– *A másik probléma mégiscsak fennáll. Hiszen valóban, én is egyetértek veled, hogy nem a fizetésért dolgozunk, mégis, amikor megalázó mindennapi kenyérgondok hátráltatják a fiatal tudóst – most a fizetésekre gondolok – az lelkiileg is nehéz helyzet. Hogyan látod itt a kibontakozást a közeljövőben?*

– Valóban megalázó ez a helyzet, hiszen kutató munkatársainknak, köztük kandidátusoknak, doktoroknak az éppen nemrégiben sztrájkoló mozdonyvezetőkkel közel egyforma fizetésük van, de ugye nekünk nincs módunkban és nem is mennénk az utcára tüntetni. Ezen mindenképpen segíteni kell, hiszen eljutottunk arra a szintre most



TAMÁSI ÁRON, 1962

már, hogy ebből a fizetésből képtelenség a középkorosztálynak megélnie.

– *Egy publicisztikai esszében írtam azt a Magyar Nemzetben két évvel ezelőtt, hogy ahhoz, hogy egy magyar tudós itthon tisztességesen tudjon élni, ahhoz minden második vagy harmadik évben ki kell mennie ösztöndíjjal vagy fizetésért egy évig egyetemen tanítani, kutatóintézetben dolgozni.*

– Igen, ez a mi esetünkben is így volt. Nehezen jutotunk volna lakáshoz, és az első autómát, egy Ladát sem tudtam volna megvásárolni, ha nem hozok haza pénzt az oxfordi legutolsó két és fél éves tanulmányutamról. És ez ma is így van, az én munkatársaim is rendszeresen kijárnak, mindegyiknek elintézttem már, hogy amint a diplomáját megszerezte, vagy épp a doktori kutatásának utolsó évében volt, akkor Amerikába kimehessen egy-két évre dolgozni. Itt megint csak nem a pénz volt az elsődleges motiváló tényező, hanem az hogy valami újat megtanuljon, és azt hozza haza. Ez a munkatársaim többségénél működött is, a tizenegy itteni tanítványomból eddig összesen ketten maradtak kint Amerikában. Az egyik ott ment férjhez és csak azért nem jött haza, a másik pedig a kaliforniai egyetemen kapott egy végleges professzori állást, ami ebben az életkorban még amerikaiaknak is ritkán adatik meg – ő ezt megkapta 27-28 éves korában, mert kiemelkedő tehetség. Úgyhogy így kénytelen voltam beletörődni, hogy ő kint marad.

– *Az, hogy felnyílt a világunk, hogy Magyarországra felnyílt tíz évvel ezelőtt, azt is jelenti, hogy nagyságrendekkel nőtt meg diákjaink számára az ösztöndíjak, a külföldi tanulás lehetősége. Ennek nyilván van árnyoldala is, hiszen sokan választhatnak úgy, hogy külföldön maradnak, egészében azonban olyan lehetőség ez, ami mindnyájunkat gazdagít, és a fiatalok világát rendkívül kitágítja. Amint mondod, egy ilyen szellemi műhelynek a ropant erős szubjektív vonzereje végül is, előbb-utóbb, hazahozza a legtöbb növendéket. Reméljük, hogy ilyen iskolák, ilyen műhe-*

lyek nagyobb számban létrejönnek, és fenntartásukhoz a költségvetés, a tudománypolitika is jelentősebben fog hozzájárulni.

– Igen, én is ebben reménykedem. Nagyon rossz tendenciának találnám, ha a kormány, mikor a fizetéskorrekciókat megállapítja, már eleve belekalkulálja azt, hogy a kutató majd úgyis kimegy évente, kétévente és abból a kint megspórolt pénzből majd csak itthon is meg tudja alapozni az egzisztenciáját. Ez arra kényszerítené a tudósközösséget, hogy akkor is külföldön dolgozzék, amikor ez szakmailag nem igazán indokolt, csak azért, hogy valamivel több pénzhez jusson. Ezt én nagyon veszélyes tendenciának tartanám, de úgy tudom, hogy a kormánynak most már határozott elképzelései vannak arról, hogyan közelítse a kutatók bérét legalább a felsőoktatásban dolgozók, oktatók, egyetemi tanárok béréhez, ami valamelyest előbbre lépést jelentene – legalább egy 30 százalékos, 40 százalékos előre lépést. Ez persze még mindig távol maradna a valódi megoldástól, hiszen a felsőoktatásban dolgozók bére is nagyon alacsony.

– Vajon a Bolyai-díj létrehozása jelzi-e azt, hogy a magán-szféra talán jelentősebben be fog lépni Magyarországon is a kutatások finanszírozásába? Látsz-e ilyen jeleket?

– Ebben a díjban azt is nagy örömmel fogadtam – függetlenül attól, hogy ki a díjazott személye –, hogy kezd kialakulni egy olyan vállalkozói réteg, amelyik nemzetben gondolkodik, és nem kell félnünk attól, hogy kizárólag mafiózókból fog állni ez a rendkívül fontos társadalmi réteg. Bízom abban, hogy ez a nemzetben gondolkodó kör, ez a néhány vállalkozó, aki a Bolyai-díjat alapította, egyfajta mintát szolgáltat a többiek számára, és meg fog erősödni a felelősen gondolkodók tábora. És azok, akik a 80-as évek vége felé történt furcsa privatizációk során nem alkalmasságuk révén jutottak hatalmas állami vagyonokhoz, hanem esetleg más okokból kifolyólag, ezek bizonyítani fogják alkalmatlanságukat a gazdaságban is. Én már azt se bá-

nom, ha kimentik az így szerzett vagyonekat külföldre, de legalább tisztuljon meg tőlük a magyar társadalom. Azok, akik a semmiből csináltak valamit, mint a Bolyai-díj alapítói, szinte semmiből építették föl a vállalkozásaikat, bizonyították rátermettségüket, és egyben bizonyították azt is, hogy törődnek a társadalom valamennyi rétegével, az egész ország sorsával. Ha ilyen irányban mozdul el a magyar vállalkozói réteg, akkor talán az sem tűnik illúziónak, hogy elérjük azt, hogy a tudomány támogatására fordított összegnek közel fele a vállalkozói szférából jöjjön. Ez egy optimálisnak tűnő modell, de ehhez nem csak a magyar vállalkozók mentalitása kell hogy megváltozzon, hanem igazából talpra is kell hogy álljanak, állami segítséggel meg kell erősödjenek, ne attól kelljen félniük, mikor mennek csődbe.

– Ehhez, gondolom, megfelelő adózási kedvezményeket is kellene adni nekik.

– Az mindenképpen örvendetes és szükséges, s a kormány most már látja, hogy a tudomány fejlesztési tervei mögött ott áll a civil szféra támogatása. Ezt a Bolyai-díj létrehozása is bizonyítja. A költségvetés tervezőinek e téren mást nem kell tenniük, mint a különböző adókedvezményeket meghozni ahhoz, hogy több vállalkozói pénzt bevonjanak a tudomány támogatásába.

– Úgy gondolom, hogy végszónak ez a mondat elég hangsúlyos, és talán úgy kerek a beszélgetés, ha itt fejeződik be.

2000. április–július

KODOLÁNYI GYULA