

# *Magyar Tudomány*

## **A HUMÁN GENOM PROGRAM**

Vendégszerkesztô: VENETIANER PÁL

Az MTA elnökének beszéde a Tudomány Napján

A magyarországi doktorképzésrôl

A holnap tudósai

---

***2002•5***

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA FOLYÓIRATA. ALAPÍTÁS ÉVE: 1840  
CVIII. kötet – Új folyam, XLVII. kötet, 2002/5. szám

*Főszerkesztő:*

CSÁNYI VILMOS

*Vezető szerkesztő:*

ELEK LÁSZLÓ

*Olvasószerkesztő:*

BARABÁS ZOLTÁN

*Szerkesztőbizottság:*

ÁDÁM GYÖRGY, BENCZE GYULA, CZELNAI RUDOLF, CSÁSZÁR ÁKOS, ENYEDI GYÖRGY,  
KOVÁCS FERENC, KOPECZI BÉLA, LUDASSY MÁRIA, NIEDERHAUSER EMIL,  
SOLYMOSI FRIGYES, SPÁT ANDRÁS, SZENTES TAMÁS, VAMOS TIBOR

*A lapot készítették:*

CSATÓ ÉVA, GAZDAG KÁLMÁNNÉ, HALMOS TAMÁS, MATSKÁSI ISTVÁN,  
PERECZ LÁSZLÓ, SPERLÁGH SÁNDOR, SZABADOS LÁSZLÓ, F. TÓTH TIBOR

*Lapterv, tipográfia:*

MAKOVECZ BENJAMIN

*Szerkesztőség:*

1051 Budapest, Nádor utca 7. • Telefon/fax: 3179-524  
matud@helka.iif.hu • www.matud.iif.hu • www.mta.hu  
Kiadja az Akaprint Kft. • 1115 Bp. Bártfai u. 65  
Tel: 2067-975 • akaprint@matavnet.hu

Előfizethető a FOK-TA Bt. címén (1134 Budapest, Gidófalvy L. u. 21.);  
a Posta hírlapüzleteiben, az MP Rt. Hírlapelőfizetési és Elektronikus  
Posta Igazgatóságánál (HELP) 1846 Budapest, Pf. 863,  
valamint a folyóirat kiadójánál: Akaprint Kft. 1115 Bp. Bártfai u. 65

Előfizetési díj egy évre: 5 376 Ft

Terjeszti a Magyar Posta és alternatív terjesztők

Kapható az ország igényes könyvesboltjaiban

---

## TARTALOM

Glatz Ferenc: Kezdeményezőkézség, rendszeresség, folyamatosság, korrekcióképesség .....	534
<i>Humán genom program • Vendégszerkesztő: VENETIANER PÁL</i>	
Venetianer Pál: Előszó .....	558
Venetianer Pál: Út az „Élet Könyve” elolvasásához .....	560
Kosztolányi György: A genomika kölcsönhatásai a medicinával és az egyetemes tudománnyal .....	567
Patthy László: A genomkorszak bioinformatikája .....	575
Szathmáry Eörs – Pál Csaba: Genomtan és evolúció .....	582
Raskó István: Populációgenomika .....	589
Arányi Péter: Farmakogenetika, farmakogenomika és gyógyszerkutatás .....	595
Kampis György: A gén halott, éljen a gén! .....	601
Sándor Judit: Genomika és jog .....	615
<i>Technológiapolitika</i>	
Pálmai Zoltán: Egy innovációs park Magyarországon .....	626
Szentes Tamás: Néhány gondolat a „humán tökére” és a tudományos kutatásokra fordított költségek kérdéséhez .....	636
<i>A magyarországi doktorképzésről</i>	
Bazsa György: Gondolatok a doktori (PhD) fokozatszerzés tapasztalatairól .....	648
Szabó Gábor - Bánszki Tamás - Ruzsányi László: A hazai doktorképzés átalakításának szükségességéről .....	653
Fehér Márta: Tudományról és tudományfilozófiáról az ezredfordulón (pótlás) .....	658
<i>A holnap tudósai</i>	
A Magyar Tudományos Akadémia Bolyai János Kutatási ösztöndíjasok Akadémiai Klubja (Bolyai Klub) .....	666
A Pro Scientia Aranyérmesek Társasága .....	668
A Bolyai Műhelyről .....	671
Kutatási lehetőségek középiskolásoknak .....	673
<i>Megemlékezés</i>	
Thomas A. Sebeok (Voigt Vilmos) .....	677
<i>Könyvszemle</i>	
Tanyi Attila: Piac és igazságosság ( <i>Gedeon Péter</i> ) .....	680
Két könyv a holocaustról ( <i>Róbert Péter</i> ) .....	683
Móra László: Bruckner Győző élete és munkássága 1900-1980 ( <i>Bernáth Gábor</i> ) ...	685
Vargyai Gyula: Magyarország a második világháborúban – összeomlástól összeomlásig ( <i>Vági Zoltán - Kádár Gábor</i> ) .....	688
Beérkezett könyvek .....	693

# KEZDEMÉNYEZŐKÉSZSÉG, RENDSZERESSÉG, FOLYAMATOSSÁG, KORREKCIÓKÉPESSÉG\*

Glatz Ferenc

az MTA rendes tagja, az Akadémia elnöke

## *Tisztelt Közgyűlés!*

A rendszeresség mind az egyén, mind az intézmény életében az életképesség és működőképesség alapja. A rendszeresség, illetve a rendszeresség következtében kialakult szokások felszabadítják szellemi energiáinkat. Nem kell minden percben minden mozdulatunkra külön figyelni, végtagjainkba beépülnek az automatizmusok, és a szellem teljes erővel összpontosíthat az újabb és újabb kihívások megválaszolására. Akadémiaink újraépítésében ezért is tartottam elnökségem kezdetétől fogva fontosnak a rendszerességét.

Szokásba hoztuk 1996 decemberétől, hogy az elnök a közgyűlésnek minden alkalommal beszámol az elmúlt fél esztendő akadémiai történéseiről. Az elnöknek, mint az Akadémia első számú, választott vezetőjének, rajta kell tartania a szemét a világban és a magyar tudományosságban végbemenő tudományos és kutatásszervezeti változásokon. Az első számú vezetőnek rajta kell tartania kezét az Akadémia egész intézményrendszerén, gondoskodnia kell arról, hogy a kutatásszervezet képes legyen a tudományon belüli és a tudományon kívüli társadalmi, gazdasági, politikai kihívások fogadására.

\* *Kezdeményező-készség, rendszeresség, folyamatosság, korrekcióképesesség* – ezeket a fogalmakat írtam magamnak az elmúlt fél év akadémiai történéseinek dokumentumai alapján készült jegyzetcsomagom borítójára.

Figyelnie kell arra: a kutatásszervezet nem öncélú intézmény, hanem magának a kutatói gondolkodásnak a segítője. A feltételeket biztosítja a kutatói gondolkodás frissességéhez.

I. Új kihívások  
és korrekcióképes szervezet

## *„Új szintézis” és rendszeresség*

Új gondolkodásmódra van szükségünk az ezredfordulón, hogy megértsük és tanulmányozhassuk a napjainkban a világ technikai, gazdasági és kulturális rendjében végbemenő változásokat, s hogy e változások értelmét a társadalomnak el tudjuk magyarázni, s hogy képessé tegyük a társadalmat arra: ha kell, ezeket a változásokat uralja és irányítsa. A 20. században természet- és társadalomkutatók egyaránt sokat beszéltünk az interdiszciplinaritásról, a természetre, illetve a társadalomra vonatkozó ismeretek együttes használatáról, a különböző diszciplínák kutatásának, gondolkodásának kölcsönös megismeréséről. Sokat beszéltünk a 20. század e törekvéséről, az előző generáció tudósai éppúgy, mint a mi generációink. Én magam is igyekeztem magyarázatot találni arra, hogy a 20. században miért tér vissza minden generáció gondolkodásában a szintézis igénye. Mint minden kutató, én is megtaláltam – vagy megtalálni vélem – a magam magyarázatát. A magyarázat: korunk tudományos

kutatója elvesz a részletekben, ezt érezzük kutató mindennapjainkban, s amikor van időnk gondolkodni munkánk, életünk értelmén, előtör belőlünk a szintézis iránti igény. De mi is akadályoz bennünket a szintézisre törekvésben?

Az első akadály paradox módon az, hogy a mindennapi élet apró részleteiben is a tudományt kérdezi a társadalom. A 20. század óriási vívmánya, hogy az emberi gondolkodás történetében elfogadottá tette: tudományos megalapozottság nélkül nincs előrelépés se a termelésben, se egészségünk, se szellemi épségünk megtartásában. A kutatói tevékenység és a hozzá kapcsolódó tudományos nagyüzem – publikációs és konferencia-rendszerek, intézmények stb. – nélkül ma már senki nem gondolja, hogy a mindennapi életkörülmények még emberibbé tehetők. A tudományt – és benne a kutatót – így naponta szólítja meg a termelési, a szociális vagy éppen a kulturális ellátórendszer. A kutató rá van kényszerítve, hogy a természeti, emberi jelenségek, a technika legapróbb részleteiben is állást foglaljon. Örömteli ez a megszólitás. Hiszen az emberiség leglényegesebb sajátosságát kezdi tömegesen használni másfélmillió éves történelme után: az ésszerűség alapján kívánja berendezni életét. E megszólítások a tudományos tevékenység súlyát igen gyorsan megnövelték a társadalomban, és természetesen megnövelték a tanszékek, kutatóintézetek, általában a tudományos állások és az azokhoz kapcsolódó szervezetek számát. Megkívánták, hogy a kutató a részjelenségek felé forduljon.

A szintetizáló gondolkodás második akadálya a kor igényeihez idomuló kutatásszervezetben keresendő. A kutatásszervezet differenciálódott, a kutatói gondolkodás specializálódott. Kutatási témáinkban egyre mélyebbre hatoltunk, finomodtak módszereink, és egyszer csak azon vettük észre magunkat, hogy elveszünk a részletekben. *Szükségszerűen bocsátkoztunk a részle-*

*tekbe, és úgy látszik, szükségszerűen el is veszünk bennük.* Itt a közgyűlésen, szerkesztői bevezetőimben, a közgyűlési előadásokon és más fórumokon is többször adtam elő ezt a magyarázatomat: *magunk is érezzük, hogy elveszünk a részletekben, ezt generációról generációra újraéledő vágy elensúlyozza bennünk: a vágy az Egész megragadása iránt. Így fogalmazódik meg évtizedről évtizedre újra és újra az „interdiszciplinaritás” igénye, vagy ahogy mások tollából olvashatjuk: a diszciplínák közötti átjárhatóság igénye, vagy ahogy én szeretem nevezni, az új szintézis igénye. Szintézis a diszciplínán belüli részkutatások között és szintézis a diszciplínák között, sőt a természet- és emberkutató tevékenység között. Sajnos, egész intézményrendszerünk, tanszékeink, intézeteink, sőt a tudományos grádicsok elnyeréséhez szükséges minősítések, az egész minősítési rendszer a résztémákban való elveszésre indítja, sőt készíti a kutatót. Hiányoznak a szintézis megbecsülésére ösztönző intézmények, márpedig éppen a napjainkban jelentkező új kihívásokra a választékban önmagukban se a természet-, se az élet-, se a társadalomtudományok művelői nem tudják megadni. Már nemcsak a diszciplínáris alapú szintézisről, már nemcsak az interdiszciplinaritásról, hanem a tudományterületek közötti szintézisről is beszélünk. A 20. század tudományosságának nagy hozadéka a neopozitivisták fellendülés a kutatói gyakorlatban, de a folytonos szintézis megléte nélkül a részkutatások e fellendülésének túl nagyok a deficitjei.*

A szintézis harmadik akadálya, hogy nem értjük egymás nyelvét. Kűszködünk mindnyájan a *tudományos nyelv túldifferenciáltságával*. Ahogy egyik idősebb akadémikus-társam, egy fizikus mondta, ő a fizikán belüli egyes szakterületek eredményeit azért nem tudja már igazán áttekinteni, mert a részdiszciplínák saját fogalomvilága, szókinccse és nyelvhasználata alakult ki, amelyet a néhány

specialistán kívül Magyarországon mások már szinte nem is tudnak követni. Érezni e küszködést a szövegeken is. Mi íróemberek mindnyájan küszködünk korunk e betegsé-gével. Küszködünk a *szaknyelv magyarítá-sával* is. A Stratégiai Kutatásokon belül a magyar nyelv aktuális kérdéseivel is foglalkozunk, és ezen belül – *Michelberger Pál* alelnök úr állandó ösztönzésére – a tudományos nyelv, a *tudományos szaknyelv és az anya-nyelv viszonya* folyamatos vita tárgya. Hiszek abban, hogy az előadások irodalmi formába öntése elősegíti, hogy a magunk számára tisztázzuk az ismereteink közvetítéshez szükséges fogalomrendszerünket. A nem specialisták számára készült dolgozatok kényszerítenek bennünket arra, hogy rész-témáinkat elhelyezzük a diszciplináris, illetve a diszciplináktól független rendszerben.

A szintetizáló gondolkodás újabb akadálya a kihívásoknak nem megfelelő kutatás-szervezet, amelyben – tanszékeken, intéze-tekben, minősítési rendszerekben – leéljük életünket. Az 1997 decemberi közgyűlésen szaladt ki a szánk: a kihívások *probléma-központúak*, míg kutatásszervezetünk és kutatói gondolkodásunk *diszciplinaköz-pontú*. Ez korunk tudományának egyik leg-nagyobb ellentmondása.

E következtetésünkől adódott a Magyar Tudományos Akadémia lehetőségeinek meghatározása is. Megítélésem szerint az akadémiai doktorokat és az akadémikusokat két tulajdonságnak kell jellemeznie. Az egyik: *képes átlátni nemcsak témájának diszciplináris összefüggéseit*, nemcsak a *diszciplína egészének módszertani arze-nálját*, hanem képes az *egész tudományos-ságot*, a tudomány egyetemes és hazai fejlő-dését áttekinteni, abban a maga tevékeny-ségét elhelyezni. A másik: az akadémiai dok-torok és az akadémikusok legyenek képe-sek nemcsak a szűkebb specialisták csoport-ja, hanem az egész tudományos közösség számára is megfogalmazni *kutatásaik* célját,

sőt, *felhasználásuk* hasznát. Talán kissé szi-gorúan hangzik ez – korrektúraolvasás köz-ben könnyű szigorú mondatokat leírni –, de a doktori és akadémikus minősítés feltételei között e követelmények egy része is megta-lálható. A Magyar Tudományos Akadémia olyan szervezet, amelyben együtt vannak jelen a természet-, az élet- és társadalom-tudomány képviselői. E szervezetet fel kell használni az új, szintetizáló látásmód erősítésére. Hála Istennek, a Magyar Tudományos Akadémia megőrizte egységét, igaz, egy-szer, 1946-47-ben kiváltak belőle a termé-szetkutatók, és megalapították a Természet-tudományos Akadémiát, mert úgy érezték, hogy a szervezeten belül – akkor 70:30 volt a társadalomkutatók és a művészek javára az arány – nincs kellően megbecsülve az ő tevékenységük. *Kodály Zoltán*nak sikerült újratereíteni az egységet. A mai elnök is nagy erőfeszítéseket tett az elmúlt években azért, hogy az immár 18 %-ra zsugorodott társadalomtudományos képviselőlet miatt a társadalomkutatók ne váljanak ki, és ne ala-kítsanak külön társadalomtudományos aka-démiát. Meg vagyok győződve – szólt az érvelésem az elmúlt években többször –, hogy ezt az egységes szervezetet tudományméleti okból nem szabad hagyni szétesni, szétaprozódni. Nem attól félek, amitől egyes kollégáim óvtak, hogy az aka-démiák szaporodásával elveszítjük kivált-ságos helyzetünket, esetleg tiszteletdíjunkat is, hanem attól, hogy az új, szintetizáló gon-dolkodást segítő legerősebb szervezet tűnne el a magyar tudományosságból.

Érthető, miért tartom fontosnak, hogy *ez a szervezet működőképes legyen*. Nem ön-magáért, hanem *a kutatói gondolkodás mo-dernizálása érdekében*. Ez a szervezet csak akkor szolgálhatja ezt a célt, ha működő-képes, fórumokat teremt hétről hétre az új, szintetizáló gondolkodásnak. Ha a *tagtársak olvassák egymás munkáit, hallgatják egy-más előadásait, megismerik a más diszci-p-*

*línákban született eredményeket és tanulmányozzák egymás gondolkodásmódját. Azért van szükség a rendszerességre a szervezetben, hogy a kollégák ne csak a közgyűléseken lássák egymást – ha találkoznak egyáltalán –, de kapják kézbe a másik székfoglalójának, közgyűlési előadásának szövegét, olvassák el, és gondolkozzanak el rajta. Az előadásokat ne csak egy szűk hallgatói közönség előtt, pálcával mutogatva, szabad elbeszélés formájában mondjuk el, hanem pontos fogalmakba öntve le is írjuk, és hozzáférhető formában adjuk közre.*

*A rendszeresség tehát új magatartásforma a tagtársak számára, de az adminisztráció számára is. Az elmúlt három esztendő egyik eredményének tartom azt, hogy a rendszeresség normáit – 1997 januárjában az osztályelnökökhöz írott levelemben még félve szoltam e normák bevezetéséről – tagtársaim egyetértően elfogadták. Vannak persze még gondok, s engedjék meg, hogy mint e kötetek szerkesztője, ezekről is szóljak.*

Nem alakultak még ki egyértelműen az irodalmi műfaji formák. Az *Emlékbeszédek* esetében is szóvá tettem, hogy az nem valakinek az emlékére rendezett konferencia, hanem olyan előadás, amelyben az elhunyt tagtárs tudományos teljesítményét, szakmai, emberi pályáját értékeljük, beillesztve azt a nemzetközi és a hazai kortársi tudományos áramlataiba. Szerkesztőként morgok magamban, amikor egy 10 percben elhangzott közgyűlési előadás leírt szövegeként az előadó 50 oldalas, bonyolult képletekkel tűzdelt szöveget küld „végleges kézirat”-ként. De nem baj – mondtam a szerkesztésben segítő tanítványaimnak –, mind az emlékbeszédek, mind a közgyűlési előadások esetében az a lényeg, hogy e vállalkozások céljaiban egyetértés van közöttünk, a formai követelményekhez pedig idővel alkalmazkodunk.

Nagy öröömre szolgál, hogy a leírt szövegek – összehasonlítva egyes esetekben az elmondott szövegekkel – már telve van-

nak *áttekintő mondatokkal*. Ha az adminisztráció vagy a magamra vállalt, soha nem szeretett reprezentációs feladatok engedik, bejárók székfoglalókra, előadásokra. Nagy szívfájdalmam, hogy amikor az előadó a tárgyalandó téma középpontjába ragad bennünket, nem mondja meg, hogyan illeszkedik választott témája az eddigi tudományos irodalom egészébe, mi lehet a haszna, ha a felismert problémát megoldja, és milyen módszereket alkalmazott a megoldás során. Mint ahogy az előadások végén sincs a helyén a joggal megkövetelt és pontosan megfogalmazott következtetés. Nos, most látom, hogy igaz a mondás: „az írás fegyelmez”. A leírt szövegek *olvasmányként is* sokkal jobbak és főként *fogalmilag sokkal pontosabbak*, mint a szóbeli előadások. Érezni, hogy a szerző írás közben újra átgondolta kutatási eredményeit, és kiszenvedi magából az ún. megvilágító mondatokat, amelyek újraolvasásával szinte az egész fejtegetés egyértelműbbé és logikusabbá válik előttünk, olvasók előtt.

Nagyon fontosnak tartom, hogy egyszer értsünk már egyet abban: a tudósunk nemcsak az a feladata, hogy rájöjjön az új összefüggésekre vagy felismerjen új részleteket, hanem az is, hogy ezt a tudósok közössége számára világos formába öntse. Szerintem ez különbözteti meg a *kutató*-t a *tudós*-tól. Szeretném, ha egyszer egyetérténénk abban is, nincsenek zseniálisan nagyszerű elmék, akik „csak” rosszul fejezik ki magukat. Közönség előtt, szóban vagy írásban az íróasztalnál igenis képesnek kell lenni gondolataink kifejezésére. *Akinek nincs rend az előadásában vagy az írásában, annak nincs rend a fejében sem.*

*Olvasni, gondolkodni, írni*

De olvasnak-e az akadémikusok? Vajon elolvassák-e a kézbe kapott előadásokat és elgondolkoznak-e rajtuk? – jegyeztem fel magamnak e kérdéseket a korrektúrámatomban

fedőlapjára. A válaszom: igen. Pontosabban, úgy látom, hogy az akadémikusok többet olvasnak, mint a magyar kutatói-oktatói átlag. Amióta elnök vagyok, sok különnyomatot kapok, elsősorban természetkutató kollégáimtól. Örömmel tölt el, hogy a szakcikkek mellett mind gyakrabban kapok az élet általános – mondhatnám filozófiai – kérdéseit, nemegyszer művészi problémákat tárgyaló írásokat. Az, hogy *Görög Sándor* kémikus barátom zeneművekhez hasonlítja kémiai dolgozatában az anyagszerkezet építkezéseit, hogy *Vámos Tibor* előadásaiban rendre előbukkannak Mozart-problémák, hogy *Pásztor Emil* a tudományos és a művészeti megismerés összehasonlításáról értekezik, hogy *Gyulai József* szinte minden előadásában, az anyag mozgásának leírásában rendre filozófiai kérdésfeltevéseket vegyít, és versbe szedett mondatokkal mondja el következtetéseit, nem is beszélve *Császár Ákossal* a matematika és a zeneszerzés párhuzamairól folytatott beszélgetéseimről. Nos, ezek csak hirtelen kiragadott példák annak bizonyítására, hogy akadémikustársaim a szűkebb szakterületükön kívül eső témakörökről is rendszeresen olvasnak, művelődnek. Ez tesz bennünket akadémikussá! Jó, hogy rendre lelépünk szűkebb szakterületünk kítaposított mezsgyéiről, keressük a töretlen utakat fel a csúcsra, mert hisszük, hogy a csúcsra nem csak egy úton lehet feljutni. Hisszük, hogy nem csupán egy részterület mesteri szintű művelésével érhető el a csúcs; elérése az Egész megragadása. Igenis van előnye annak, hogy az ember ép elmével éli meg az időskort. És van előnye annak, hogy az Akadémia az idős emberek intézménye.

Eddig csak a hátrányokról beszéltem a közgyűlésen és egyéb fórumokon. Arról, hogy az „öreg” emberek Akadémiája eltávolodik a tudományos élet lüktetésétől. Az Akadémia átlagéletkora 70 év. 65 éves korunkig lehetünk aktív kutatók, oktatók, tanszék-

vagy intézetvezetők. A 65 év alattiak határozzák meg a kutatási terveket, válogatják ki az utánpótlást, építik fel a kutatásszervezetét. Mindig is félttem attól, hogy az *öreg emberek Akadémiája elszakad a kutatásszervezet dinamikus részétől*, a fiataloktól. Jogos aggodalom, de előnye az öreg emberek Akadémiájának, hogy nem kell feltétlenül részt vennünk a kutatásszervezet taposómalmában, nem kell hétről hétre „bizonyítanunk”. Nekünk már *megadatik*, ha úgy tetszik, hogy rögeszméink vagy fiatalabb korunkban meg nem valósított ötleteink kivitelezéséhez fogjunk, szabadon vitorlázzunk a különböző diszciplínák szakirodalmának termései között. Olvassa a fizikus az irodalom- vagy művészettörténeti, vagy fordítva, a humán kutató a természettudományos kiadványokat. És közben – most már megszabadulva a „megélhetési tudós” terheitől – valóban értelmiségiként élhetünk, koncertre, színházba járhatunk, órákat engedhetünk magunknak, hogy gondolkozzunk. Mert az sem árt, ha az ember napi 6-8 órányi labormunka, könyvtározás vagy éppen értekezletesdi után néhány órát gondolatainak rendezésére fordíthat. Én tehát bízom abban, hogy az új szintézishez szükséges *sok olvasás, töprengés* éppen az akadémikusoknak adatik meg a tudományos nagyüzemben. Bízom abban, hogy ez az általunk – néha talán unalomig – ismételt „rendszeresség” 8-10 éven belül megtermi gyümölcsseit. *A kultúr- és tudománypolitikában* hosszú távon kell gondolkodni. Mind a mulasztások, mind a tetterős modernizációs kezdeményezések *évtized múlva mutatják ki hatásukat*.

Hogyan olvasunk? Talán sokan mosolyognak, amikor azt mondom, korunk kutatója elfelejtette az olvasás élvezetét. Azért nyúlunk a kézikönyvekhez, a szakmai monográfiákhoz, a cikkekhez, hogy információt nyerjünk belőlük a bennünket foglalkoztató szakkérdéshez. Idézeteket, lábjegyzeteket, levezetéseket, kísérleti beszámolókat, szak-



mai megoldási törekvéseket keresünk. De az *olvasásnak van egy másik szintje is*, ekkor az ember azért olvas el egy cikket, netán egy könyvet, mert *kíváncsi a másik gondolkodásmódjára* és arra, miért is foglalkoztatja a másikat kutatási témája. A nekem küldött természettudományos szövegeknek jelentős részét a részletekben nem tudtam követni. De arra mindig mernék vállalkozni, hogy megítéljem: kit miért foglalkoztat a muslica mutációja, a kerék mozgása közben keletkezett nyomatek vagy a műszermikronizáció. Ezekből az olvasmányokból nem sarjad ki cikk, nem lesz hivatkozás, amiért cserébe a hivatkozottak majd ránk hivatkoznak, és mindkettőnknek emelkedik az impakt faktora. Nem, ne is legyen! Az olvasás *legyen életélmény*, ne csak *izzadságszagú kullimunka*. (Erre az eredményközpontú kutatásban természetesen naponta szükség van.) Örüljünk annak, hogy míg fiatalabb kollégáink a tanszéki, intézeti, szakbizottsági, agyonkonferenciázott, specializált kutatói életbe kényserítve hajszolják magukat, nekünk megadatik az, hogy olvassunk, és más szinten közelítsünk a tudományos tevékenység értelméhez.

#### *Korrektíóképesség, strukturális reformok?*

Képes-e az autonómia önmaga reformálására? – tettük fel a kérdést 2000 februárjában a vezetőség ülésén, majd 2000 májusában a közgyűlésen. Igaz-e az, hogy az autonómia, ahogy a történelemben ezt már annyiszor láttuk, belső rendet ad a szervezetnek, de sajnos újratermeli a maga *céhes rendjét*? A céhben kialakult csoportok megmerevednek, és az autonómia a maga belső szabályai szerint e csoportok érdekvéviselését termeli újra. (Csak zárójelben jegyzem meg: az 1998 májusi közgyűlésen még azt bizonygattuk, hogy a 21. század társasági életének az autonómia milyen fontos eleme lehet, s hogy a tudományszervezetben általában az

autonómiának nagyobb a szerepe, mint akár a közigazgatásban. De már akkor is – régi tagtársaink emlékezhettek erre – az autonómiák erősítésének feltételeként neveztük meg az önmegújító képességet.) Mi 2000 májusában azt mondtuk, bízunk Akadémiánk képességében és tagtársaink készségében a megújulásra. Hiszünk abban, hogy autonómiánk *egy-egy szakmai érdekcsoportja kész túlemelkedni a maga valós vagy vélt csoportérdekein*, ha az egész szervezet vagy a tudomány egészének érdekeiről van szó.

Strukturális reformokra mindig kész Akadémiát szeretnénk újraépíteni. Azt is mondtuk: tisztában vagyunk azzal, hogy az *autonómiában* a strukturális reformokat lassabban lehet végrehajtani, mint a *közigazgatásban* vagy a *szakigazgatásban*. A strukturális reformokat hosszú folyamat eredményének képzeltük el, amelynek első szakaszában a tagtársaknak meg kell barátkozniuk a reformok gondolatával, azután a vezetőknek és a tagságnak közösen tisztázniuk kell a reformok természetét, ezután dönteni magukról a reformokról. A Strukturális Bizottság komolyan vette a közgyűléstől kapott feladatát, sokszor ülésezett, megkereste a közgyűlési tagokat. Vagyis tartotta magát ahhoz az alapelvhez, amelyet már 2000 februárjában megfogalmaztunk: csak akkor van értelme *a szervezeti reformnak*, ha *a szervezetben élők belátják annak szükségét*, vagy éppen *ők tesznek javaslatot a reformokra*. A reform nem öncél, hanem eszköz. A bizottság első beszámolóját a közgyűlés 2001 májusában megvitatta, és állást foglalt az *akadémiai regionális bizottságok* szerepének megerősítése és a *tudományos társulatok kiemelt fontossága* mellett. E közgyűlési határozatoknak remélem, hogy a 2002. évi esetleges költségvetési módosítás során, de a 2003. évi költségvetési tárgyalásokon mindeképpen érvényt fogunk szerezni.

A bizottság jelen előterjesztését (*Jelentés a 2001. novemberi közgyűlésre*) tagtársaink

megkapták. Az előterjesztést megvitatta a Vezetői Kollégium és az Elnökség. A Jelentés két elemét szeretném itt most kiemelni.

„A három tudományterületet reprezentáló nagyegység” szervezése az egyik elem, amely felveti az *osztályok és a tudományterületek* viszonyát, és természetesen felveti a felső vezetésen belül a centralizáció – decentralizáció kérdését. A *vezetés decentralizációja régi* törekvés. Egy kiterjedt funkcióval bíró Akadémián világosnak kell lennie a munkamegosztásnak. Én kezdettől a három alelnök hatókörének és jogositványainak erősítése mellett voltam. Elnökségem első heteiben az alelnököknek külön irodát alakítottunk ki a Székházban, külön adminisztrációval és igaz, hogy elhanyagolható, de jelképesen mégiscsak értékkel bíró illetménnyel. A *munkamegosztás bevált*, és az engem követő elnököknek is csak ajánlani tudom e vezetési elv követését. Az elnök indítványozzon, koordináljon és döntsön, s ha kell, a végrehajtásban is vegyen részt, de ezt a főtítkár, a főtítkárhelyettes és az alelnökök részvételével tegye. A Struktúra Bizottság javaslatát, azt, hogy *a három tudományterület önálló kollégiumait hívjuk létre, s e három kollégium élén egy-egy alelnök álljon*, én vezetési tapasztalatból meríthető érvekkel is támogatam.

A három tudományterület önálló szerveződésének már a korábbi években is voltak hívei. Sokan véltük úgy, hogy a mai osztálytagozódást a tudomány belső fejlődése, no és a rendszerváltás tudománypolitikai környezetének változása szétfeszíti. Többen úgy fogalmaztak: a jelenlegi osztályszerkezetet ne bontsuk még kisebb egységekre, hanem a szintetizáló látásmódhoz jobban igazodó tudományterületi, *azaz nagyobb egységeket hívjunk létre*. Ennek igénye a tagajánlásoknál, de a közgyűlési konferenciák szervezésénél is évről évre felmerül. Az elmúlt években például több alkalommal rendeztek az osztályok a „szomszéd osztályok-

kal” közös közgyűlési konferenciákat. Szeretnék emlékeztetni arra, hogy az 1996. májusi közgyűlés is állást foglalt a tudományterületek közötti arányok kérdésében. Tehát Akadémiánkon megjelent ez a szervezeti egység, a „tudományterület”. (A közgyűlés akkor az élettudományok kiemelt támogatása mellett foglalt állást a természettudományok rovására.) De idézhetném az 1994. évi törvényt, amely már arról beszél, hogy Akadémiánk közgyűlését akár három „szekcióban” is tarthatja: természettudomány, élettudomány, társadalomtudomány. (Mi ettől az ismételten felmerülő gondolattól elzárkózunk, annak ellenére, hogy gondjaink vannak, vajon befér-e az elvben immáron több mint 500 fős közgyűlés az Akadémia nagytermébe?) Én a magam részéről ellene vagyok a közgyűlés három részre tagolásának, mert ez éppen az annyira óhajtott szintetizteremtésnek lenne akadály.

Tehát formálisan is alakuljon három kollégium, tisztázzuk – ahogy erre a bizottság most javaslatot tesz – az osztályok feladatait és jogait. Rendezzünk szakmai vagy szakmai érdekképviseleti konferenciákat a hármas tagozódásban, de semmiképpen ne mondjunk le arról, hogy a közgyűlés egységes maradjon.

Folytonos korrekcióképességünk egyik legfontosabb feltétele lehet az, hogy a Struktúra Bizottság folyamatosan üzemeljen. Ez a másik elem, amelyet szeretnék a Jelentésből kiemelni, és amelynek kimondását kérem a közgyűléstől.

Legyen a tagtársak gondolkodásában állandóan jelen a reformra való készség, fogalmazódjék meg, és legyen e javaslatoknak keret és formát adó szervezete, azaz a Struktúra Bizottság működjön folyamatosan. A bizottság egy idő után maga is érezni fogja, milyen típusú reformra érett meg a közgyűlés, illetve a tudománypolitikai környezet. Ezért is fontosnak tartanám, hogy a Struktúra Bizottság az elnökkel szorosan együtt dol-

gozzon. Ismétlem: korrekcióképességünk egyik legfontosabb feltétele lehet ez.

### *Tudomány és társadalom*

Magyarországon 1997-ben rendeztünk először Tudomány Napja ünnepséget. Akadémiánk szervezetéről és a szervezet modernizálásáról beszélve nem hagyhatjuk említés nélkül azt a tényt, hogy úgy látszik, jól vettük észre a magyar társadalomban meglévő igényt és fogadóképiséget a tudomány megünneplésére. Most, ahogy erről a 2001. évi Tudomány Napjának központi rendezvényén említést tettem, az UNESCO állást foglalt amellett, hogy 2002-től világszerte ünnepeljék meg a Tudomány Napját, amelynek dátuma november 10-e legyen. Azt ajánlja, hogy e rendezvényeken *globális hatókörű témák* tűzzenek napirendre. Ilyen szellemben gondolkodtunk mi is az elmúlt években és most is – noha még nem ismerhettük az UNESCO múlt heti állásfoglalását. 2001-ben ezért javasoltam, hogy az iszlámról hallgassunk meg előadást.

Négyévi tapasztalat után elmondhatjuk, hogy a Tudomány Napjának intézménye segítette a *tudásalapú társadalom* gondolatának elfogadását, a közönség érdeklődése az intézeti és tanszéki nyitott napok iránt óriási – hadd tegyem hozzá, különösen a regionális központokban –, és ma már azt is látjuk, hogy bár a Tudomány Napja nem a kutatók, hanem a tudományos gondolkodás napja, mégis erősíti kutatóink társadalmi megbecsülését. Ezt mutatja az is, hogy 1997. évi kezdeményezésünk visszhangra talált: a termelő- és alkalmazói szféra mind jobban közeledik a kutatói társadalomhoz. Ennek igaz, külsődleges, de nagyon is demonstratív jele, hogy az Akadémiához díjakat rendelnek, amelyeket akadémikusaink és a cégek képviselői közösen ítélnek oda. E díjakat kezdetben a vezetés külön akciói „hozták”, ma már a vállalkozók természetesnek veszik e díjak folytatását és újak kítűzését. Természetesnek veszik

azt is, hogy a Magyar Tudomány Napján az Akadémia központi épületében rendezett ünnepségen ők, a vállalati szféra képviselői velünk együtt osztják ki e díjakat. Szerény eszköze ez a díjrendszer a kutatói és vállalkozói társadalom egymáshoz szoktatásának, de ahhoz talán elegendő volt, hogy az egymásrautaltság mind a vállalkozói szférában, mind bennünk, kutatókban tudatosuljon.

Bennünk is tudatosul, a Tudomány Napja ezt sulykolja gondolkodásunkba: *ahogy a társadalom nincs meg a tudomány nélkül, úgy a tudomány sem élhet a társadalom nélkül*. A társadalom, azaz a gyakorlat adja a kihívást, a társadalom, azaz a jelen és jövő emberi közösség a mi eredményeink fogyasztója, és a mi munkánk célja e társadalom szolgálatára.

### *Az új vezetés választása*

Akadémiánk szervezetében mindig fontos esemény a háromévenkénti választás. 2002 májusában új vezetőket választunk. Néhány tisztségviselőnek, köztük az elnöknek és az egyik alelnöknek kitelt a törvény által adott két választási ciklusa. Jelentem a közgyűlésnek, hogy a választások előkészítése rendben zajlik: az osztályok szeptemberben megválasztották a Jelölőbizottság tagjait, a Bizottságot a mai közgyűlésünknek kell kiküldenie. Szeretném ismételtelen elmondani: nem kívánok aktívan részt venni se a jelölés, se a választások előkészítésének folyamatában. Nem tartom helyesnek az „utódkijelölő” magatartást. Mint a vezetőség ülésén mondtam: helytelennek tartom, ha az első számú vezető netán a maga vezetési normáihoz és elveihez kíván személyt vagy személyeket kiválasztani. Meg vagyok győződve arról, hogy az Akadémia megtalálja a maga autonómiájának megőrzéséhez és továbbfejlesztéséhez legalkalmasabb elnököt, alelnököket, főtítkárt, főtítkárhelyettes.

Abban is szeretnék biztos lenni, hogy mindnyájunkban lesz annyi bölcsesség, hogy

igyekszünk az akadémiai választások szükséges vitáit mentesíteni az egyidőben zajló politikai választások vitáitól. Ez nem azt jelenti természetesen, hogy nem kell figyelembe vennünk, *kik alkalmasak és képesek jól képviselni* Akadémiánk érdekeit a politikai elit köreiből. Sokkal inkább azt jelenti, *ne folytassunk* a politikai választásokhoz hasonló *kampányokat*, és mentesítsük magunkat a mind az egyik, mind a másik oldalról elhangzó politikai megfontolásoktól. Akadémikusnak lenni azt is jelenti, hogy a kutatói tudósi magatartásunkat politikai identitásunk elé tudjuk helyezni. Én a Jelölőbizottságtól csak egyet kérek: kövessenek el mindent, hogy a választók, azaz az akadémikusok és a közgyűlési köztestületi képviselők megfelelően tájékozottak legyenek a jelöltek személyi tulajdonságairól és teljesítményéről. Úgy gondolom, rám csak annyi vár, hogy ha igénylik, a magam erejéből *segítsem az új elnököt és az új vezetést*. Ahogy annak idején Kosáry elnök úr engem segített.

*Tisztelt Kollégák!*

Segítsük azzal is a *szintézisre való készséget*, hogy meghonosítsuk Akadémiánkon a *rendszerességet*, mutasson Akadémiánk *korrekcióképességet és nyitottságot a társadalom iránt*. E fogalmakat irtam fel magamnak céduláimra és vetítettem ki tagtársaim elé a vászonra, mai beszámolómban első gondolatköreimként. Én ilyen Akadémia tagja szeretnék lenni, ezekhez a követelményekhez még valamit felírtam magamnak: Akadémiánk olyan szervezet legyen, *amelyben mindenki jól érzi magát*.

## II. A köztestület szervezetének továbbépítése

1996 óta tervszerűen folyik a köztestület szervezetének továbbépítése, noha éppen a Struktúra Bizottság létrehozását javasoló előterjesztésemben részletesen beszéltem arról,

hogy még mindig nincsenek pontosan kodifikálva a köztestületi tagoktól elvárható kötelezettségek. 1998 májusi közgyűlési beszédemben is megoldandó problémaként foglalkoztam a köztestületiséggel. Az egyik elnöki célkitűzésem az volt, hogy az Akadémia köztestületi tagsága valóban terjedjen ki a magyar kutatói társadalom egészére. Ma tízezer köztestületi tagja van Akadémiánknak, és ebből a tízezerből az első kampány idején, 1994–95-ben belépett hétezer, majd 1996 óta folyamatosan újabb háromezer. 1996 decemberében jeleztük, a köztestület tervszerű továbbépítésének első akciója: Akadémiánk működjön kultúrnemzeti alapokon.

*Határokon túli magyarok*

Kultúrnemzeti alapra helyezni a Magyar Tudományos Akadémiát azt jelenti, hogy államhatároktól függetlenül minden, magát magyarnak valló kutatót vonjunk be az Akadémia körébe. A trianoni sokk – ahogy mi nevezzük évtizedek óta a történeti Magyarország szétesésének társadalmi, kulturális hatását –, a trianoni sokk kulturálisan feldolgozásának egyik módja az, hogy a kulturális és a tudománypolitikai kultúrnemzeti alapon műveljük. A *nemzethez* tartozás Trianonban elvált az *államhoz* tartozástól, az állampolgári identitás szétvált a nemzeti identitástól. Az 1996 decemberi közgyűlésen tartott előadásomban beszéltem arról, hogy a határokon túl élő kutató – és bármilyen hivatású magyar ember – lehet a szomszédos állam hasznos adófizető polgára és egyben a magyar kultúrnemzet tagja. Már 1996 júliusában külön elnöki bizottságot hívtunk létre a határokon túli magyar tudományosság szervezésére, pontosabban abból a célból, hogy segítsük a határokon túl élő magyar kutatók integrációját a hazai kutatásszervezetbe.

A Trianon okozta ellentmondásoknak egyik első feloldási javaslata az volt, hogy 1989–90-ben létrehozták a *külső tag intéz-*

*ményét.* A tiszteleti tag intézményétől, azaz a külföldi tudósok intézményétől elvált a magukat magyarnak valló kutatók intézménye, a külső tagság. 1990 és 1996 között e külső tagoknak semmiféle joga és kötelezettsége nem volt, egyszerűen tanácskozási joggal meghívást kaptak a közgyűlésre. 1996-tól létrehoztuk az ún. *Kapcsolatok-programot*, a külső tagok azóta kapják a *Magyar Tudományt*, az *Akadémia* című folyóiratot és szakterületük legfontosabb szakmai folyóiratát, továbbá kéthetes magyarországi tartózkodást teszünk lehetővé számukra, napidíjjal és szállással. A határok másik oldalán élő kutatók ehhez útiköltség-térítést is kapnak. 1996 decembere óta rendszeresen részt vesznek közgyűlésünkön, az utóbbi három évben jelenlétük 50 %-os, ami nem mindig van alatta a magyarországi közgyűlési tagok megjelenési arányának.

1997-ben indítottuk a *Domus-programot*, amely túllépett az akadémikusi körön, és évi 350-400 hónap magyarországi ösztöndíjat adott külföldi magyaroknak az itteni tanszékeken és kutatóintézetekben. A programnak külön *ifjúsági Domus-programja* is van.

1999-ben indítottuk a *Szülőföld-programot*, ezt az 1999 decemberi közgyűlés hagyta jóvá. A Szülőföld-program keretében a határokon túli kutatókat szülőföldjükön támogatjuk és szervezzük. E program első pályázata 2001 júniusában zajlott le. A kormányzat e Szülőföld-programra és az azt kiegészítő *Magyarországi kisebbségi tudományosságért programra* 100 millió forintot, pontosabban 90 + 10 millió forintot biztosított, amelyet határokon túl élő kutatók pályázhattak meg. A pályázati rendszert háromfelé bontottuk: *egyéni*, *csoportos*, és *kutatóállomás létrehozására kiírt* pályázatok. Tudatom a közgyűléssel, hogy a pályázat 110 nyertes között 80 egyéni és 30 csoportos nyertes van. Igen fontosnak tartom, hogy mindezekben túlmenően 5 *kutatóállomást*

sikerült létrehozunk: Dunaszerdahelyen, Beregszászon, Kolozsvárott, Sepsiszentgyörgyön, valamint Szabadkán. További célunk, hogy a kutatóállomások körét Pozsonyra, Kassára, Marosvásárhelyre is kiterjesszük, és amennyiben eredményesen működnek, akkor azokat kivegyük a pályázati rendszerből, és *állandó akadémiai „külföldi kutatóállomásokként”* működtessük. Feladatuk az adott régióban a *magyar nyelvű kutatók szervezése és integrálása a magyar kultúrnméleti kutatásszervezetbe*. A program szervező intézménye a 2000-ben létrehozott és közgyűlés által jóváhagyott *Kisebbségkutató Intézet*, amely a Társadalomkutató Központ egyik tagintézeteként működik.

A köztestületi tagság intézményének kiterjesztése a határokon túlra igen eredményesnek látszik. A 2001. májusi közgyűlés állást foglalt a köztestület kiterjesztése mellett, és ezt követően 473 olyan, határokon túli kutató jelentkezett be a köztestületbe, aki maradéktalanul megfelel az 1994. évi akadémiai törvényben megfogalmazott „köztestületi tagság” kritériumának. (A köztestületi tagságot egyébként a pályázás feltételének tekintjük.) Sokunk célja 1996 óta, de mondhatnám, hogy az 1980-as évek óta változatlan: a határokon túli magyar kutatók jöjjenek Magyarországra, de utána térjenek vissza szülőföldjükre, legyenek ott a magyar nyelvű tudományosság művelői. Nem származásuk miatt támogatjuk őket, hanem azért, mert a magyar kultúra hordozói, kiteljesítői.

#### *Egyházi intézmények*

A köztestület terjedjen ki minden magyarországi vagy magát magyarnak valló kutatóra, mondtuk, s meglepve láttuk 1996-ban, hogy a köztestület tagjai közül hiányoznak az egyházi intézményekben dolgozó kutatók. Listát kértünk az egyházak vezetőitől azokról a személyekről, akik intézményeikben megfelelnek a köztestületi tagság krité-

riumának. Amikor a vezetőik tárgyalásokat folytattak e kollégáikkal, kiderült: kevesebb, mint 5 %-uk tud arról, hogy az Akadémia köztületi alapon működik, és hogy ők is felvételt nyerhetnek. Ez a magyarországi világi és az egyházi tudományosság szerencsétlen szétválását tükrözi.

1996 májusában tárgyalásokat kezdtem az egyházi vezetőkkel. Két alapelv vezetett bennünket. Az egyik: a teológiának meg kell találnia a helyét a magyar tudományrendszerben. A másik: az egyházi intézményekben dolgozó kutatókat integrálni kell szakmai bizottságainkba, osztályainkba. A tárgyalásokat kezdetben *Harmathy* alelnök úrral, 2000-ben *Enyedi* alelnök úrral, majd *Meskó* főtítkárhelyettes úrral folytattam. Az első javaslatom az volt, hogy jöjjön létre egy *teológiai akadémia* (1996), amely a Magyar Tudományos Akadémiának társult intézménye lehetne. Az egyházak teológiai megfontolásai meggátolták, hogy egy ilyen társult akadémia létrejöjjön. A tárgyalások második fordulójában megegyeztünk: felhívjuk az egyházi személyeket, hogy *lépjenek be a köztületbe*, vegyenek részt a mi szakmai bizottsági fórumainkon, és alakítsanak akár önálló bizottságokat. Ha akarnak, teológiai bizottságot. Kértük a kormányzatot, hogy lehetőleg a 2002. évi költségvetés-módosításban, de legkésőbb 2003-ban hozzanak létre külön keretet arra, hogy az akadémiai támogatott kutatóhelyek rendszerét kiterjeszthessük az egyházi intézményekre, vagyis akadémiai kutatói státuszok jöjjenek létre az egyházi intézményekben. Több alkalommal tanácskozássra hívtam meg a történelmi egyházak vezetőit, és közösen kialakítottuk az alapelveket, elkészítettük azoknak listáját, akik megfelelnek a köztületiség követelményének, és akiket mint elnök, levélben kérek fel arra, hogy *lépjenek be a köztületbe*. Egyszer s mindenkorra le kell számolni azzal a felfogással, amely az istenhitet, illetve a hívést szembeállította a tudománnyal, a

tudományossággal. Most, az ezredfordulón, a *különböző civilizációk egymással szembeütközésének korában* minden korábbinál határozottabban kell hangoztatni és gyakorolni a tudományos gondolkodás teljes nyitottságát. Ütközzenek a különböző nézetek az Akadémián, és ütközzenek a különböző világfelfogások az egyes szakmai bizottságokban, osztályokban. Fizikus a fizikussal, biológus a biológussal, filozófus a filozófussal vitatkozzon, hívő vagy nem hívő, világi vagy egyházi személyként. Akadémiánk legyen mindenki Akadémiája.

#### *Korosztályi folyamatosság (fiatalok)*

Többször beszéltünk már e fórumon arról, hogy a tudományos gondolkodásban a folyamatosságot részben a *publikációs rendszerek*, részben a *korosztályi folyamatosság* szervezeti kiépítése adhatja. Ahogy a tanszéken, a kutatóintézetben, úgy az Akadémián is különös gondot kell fordítani a fiatalabb korosztályok beemelésére. A törvény alkotói 1993–94-ben még abban reménykedtek, hogy a köztületi képviselők, illetve az akadémiai doktorok megjelenése a közgyűlésben megfiatalítja az Akadémia legfontosabb döntéshozó intézményét, a közgyűlést, és elmondhatjuk, hogy a fiatalabb korosztályok is jelen vannak a „70 évesek Akadémiáján”.

Már 1996-ban láttuk, hogy elvárásaink nem voltak megalapozottak. A köztületi doktor képviselők, illetve az új akadémiai doktorok átlagéletkora alig alacsonyabb az új levelező tagok átlagéletkoránál. Tagtársaim emlékezhetnek, hogy az 1997 decemberi közgyűlésen részletesen beszéltem a kutatói életpálya tervezhetőségéről, s arról, hogy az egyetemi végzés és az akadémiai cím elnyerése között tervezhető életút-lehetőséget kell kiépíteni. Beszéltem arról, hogy a PhD, mint jelenleg egyetlen tudományos fokozat és az akadémiai doktor között túl nagy az életkori szakadék, a PhD-t 30 éves korukban megszerzik, míg az új akadémiai

doktorok átlagéletkora jóval 50 fölött van. Ezért is javasoltuk, majd építettük ki a Bolyai-ösztöndíjasok rendszerét. Ez az ösztöndíj az akadémiai doktori disszertáció megírásához ad előkészületi éveket. (Azóta ezt az ösztöndíjrendszert kiegészíti a kormány által alapított *Magyary Zoltán-ösztöndíjrendszer* és más kisebb ösztöndíjak.)

A *Gergely János* vezényelte Bolyai-ösztöndíjrendszer igen jól működik. Valóban a kiválasztódó korosztályos elit ösztöndíjrendszere. Noha a vele járó havi juttatást nem sikerült adómentessé formálni, mégis érezhető, hogy az ösztöndíjasok ragaszkodnak az Akadémiához. Az ösztöndíjak kiosztása ünnepi aktussá vált, és rangos tudományos esemény a Bolyai-ösztöndíjasok kutatói beszámolószorozata. 2001. március 27-én megalakult a *Bolyai-ösztöndíjasok Klubja*, amely egyesületi formában szervezi a volt és a jelenlegi Bolyai-ösztöndíjasok taborát. A klub célja tudományos érdekképviselés, tudománypolitikai véleménynyilvánítás. Ez alkalommal is közönetet kell mondanom a Bolyai Kuratórium elnökének, *Gergely Jánosnak* és a Doktori Tanács részéről *Stier Miklósnak*, a bolyaisok részéről pedig *Izsák Éva* elnöknek, hogy ezt a klubot működtetik, s hogy máris számos bolyaist szerveztek be a köztestület soraiba. A fiatalok jelenléte – én magam is minden lehetséges alkalommal megjelenek a rendezvényeiken – mindig megnyugvással tölt el bennünket, idősebb kutatókat, és örömmel látjuk, hogy megvan a készségük az együttműködésre, együttgondolkodásra. Igen káros lenne, ha a kutatói társadalom korosztályi alapon esne szét, remélem, hogy a volt vagy jelenlegi Bolyai-ösztöndíjasok megjelennek a szakmai bizottságokban, netán az osztaályok szakmai ülésein, konferenciáin is.

*A határokon túli magyar kutatók, az egyházi intézményekben dolgozók és a legfiatalabb korosztály* megjelenése a köztestületben lezárhatja a köztestületi Akadé-

mia megszervezésének első szakaszát. Remélem, hamarosan elmondhatjuk, hogy Akadémiánk minden magyar kutató akadémiaja, és hogy mi az egész magyar kutatói társadalom nevében beszélünk, cselekszünk. Most visszatérhetünk az 1998. májusi közgyűlésen felvetett kérdésünk megválaszolásához – amelyet különben a Struktúra Bizottság és feltesz –, mire is használható az így kialakult köztestületiség?

### III. A nemzet tanácsadója

Az utóbbi években többször is beszélünk a korszak nagy kihívásairól. Arról, hogy a szovjet rendszer összeomlása után Magyarország és az egész közép-kelet-európai régió a gazdasági és a kulturális világpiac része lett, arról, hogy betagozódásunk első egy-két évtizede, vagyis az 1990 és 2010 közötti évek alapvetően meghatározzák az itt élő népek jövőjét. Beszélünk arról, hogy az 1970-es évektől az újabb ipari-technikai forradalom felgyorsulásának korát éljük, amely az egész világon, így Magyarországon is megváltoztatja az ember és ember, valamint ember és természet viszonyát. Ebben az új helyzetben az Akadémia arra vállalkozott, hogy a nemzeti és állampolgári közösségünk jövőjét érintő alternatívákról kialakítsa a kutatói közösség véleményét. A politikai elit és a széles értelmiségi közönség egyetértően vette tudomásul, hogy az Akadémia vállalkozik a „nemzet tanácsadója” szerepre.

#### *Nemzeti Stratégiai Programok*

1996 őszén indítottuk a *Nemzeti Stratégiai Programokat*, ennek előrehaladásáról a közgyűlésen évente beszámoltunk. 2001. június 18-án a Programtanács összegezte az 1997 és 2001 közötti évek tapasztalatait, áttekinthette az ezalatt megkezdett és jórészt befejezett programokat, állást foglalt a programok eredményeiről és hiányosságairól, és javaslatokat fogalmazott meg a közgyűlés számára.

A Stratégiai Programok hasznáról a Programtanács megállapította: a parlamenti pártok, sőt a kormány-adminisztráció épp úgy, mint a lokális közigazgatási, a világi és az egyházi vezetők, használják a programok eredményeit. Azokon a szakigazgatási területeken (például vízgazdálkodás), ahol az adminisztráció néhány éve még kelletlenül kérdezte meg az Akadémia kutatóit, ma már természetesen kéri ki az Akadémia tagjainak, kutatóinak véleményét – jegyezte meg *Somlyódy László*. Sőt, ahogy *Michelberger* alelnök úr mondta, befektetési stratégiáinak kialakítása közben a vállalkozói szféra is használja tanulmányköteteinket, és utalt a közlekedési stratégia gyorsan elkapkodott példányaira. A minisztériumi adminisztráció mind az agrár-, mind a környezetgazdálkodás területén – jegyezte meg *Kovács Ferenc*, *Enyedí György* tagtársunk és *Kerekes Sándor* professzor – a mi köteteinket is felhasználja ágazati stratégiájának elkészítéséhez. Többen jegyezték meg: a miniszterelnök és a miniszterek beszédeiben, valamint az ellenzéki oldalon álló politikusok mondataiban sorra felfedezni a Stratégiai Programok publikációinak mondatait. A 14 akadémikus és több egyetemi tanárt tömörítő Programtanács a programok közéleti, politikai hasznát tehát egyértelműen sikeresnek nevezte. Az első években – 1997-98-ban – még arról panaszkodtunk, hogy politikusaink nem eléggé figyelnek oda az általuk megrendelt kutatások eredményeire. 1999–2000-ben változott a helyzet.

A Stratégiai Programok tudományszervezési újszerűsége az – állapította meg a Programtanács –, hogy nem egyszerűen kutatói kíváncsiság keltette tevékenységet finanszíroz, hanem különféle témákban felkérésre készített munkákat. A Programtanács úgy foglalt állást, hogy folytatás esetén csökkentsük a rész kutatásokra kiadandó megrendeléseket (annál is inkább, mert a Széchenyi-tervben ilyenek már helyet kaphatnak), és

a figyelmet fordítsuk a meglévő rész kutatók szintetizálására, ezek publikálására.

A Stratégiai Programok tehát nem a kutatást, hanem az *eredmények összefoglalását és közzétételét finanszírozza*. Úgy gondolom, sikerült a programok helyét pontosan meghatározni az új finanszírozási rendszerben. Az *OTKA* az alapkutatásokat, a *Széchenyi-terv* a nagy kutatási programokat, a *Stratégiai Programok* pedig megrendelésre végzett rész kutatások összefoglalását és publikálását finanszírozza. Tehát *eredménycentrikus*. Az 50 000 példányban megjelenő Ezredforduló és a 2500-3000 példányban megjelenő könyvsorozat gondos terjesztése beteljesíti a célt, a program eléri közéleti-politikai hatását. (Csak zárójelben jegyzem meg: a Stratégiára fordított évi 105 millió forint nagyobb része kollégáink, azaz a szerzők, a szerkesztők zsebébe vándorol, kisebb része a publikálási költség. Tehát optimális a hasznosulás. A dologi kiadások és a pincy adminisztráció szinte elenyésző hányadot foglalnak el a költségvetésében.)

Az sem hagyható figyelmen kívül, hogy a Stratégiai Programok „hordták ki” az Akadémia belső kutatófejlesztési programjait, az ökológiát, a vízgazdálkodást, az Alföld-kutatást, a kisebbségkutatást. Tehát a programok segítettek az akadémiai *kutatóhelyek szerkezeti modernizálását is*.

A Programtanács javasolja a közgyűlésnek, hogy a programokat – változó tematikával és célkitűzéssel – folytassuk a 2002 és 2004 közti években. Álljon a következő három év munkájának középpontjában a monográfiaközpontú összegezők sora, részben új tematikákkal (talaj, Tisza-kutatás, szegényügy, munkanélküliség, mérnök és társadalom), részben a régi tematikák új megközelítésével (hungarikák az agráriumban, globalizáció és közgazdaság, egészségügy, magyar nyelv, informatika, környezetgazdálkodás, földtudomány). Összpontosítsunk *Magyarország hétkötetes leírására* (a magyar



föld, állat- és növénytakaró, település, gazdálkodás, hagyomány, kultúra), amelynek kötetei reálisan 2002 és 2004 között láthatnak napvilágot. Remélem, hogy a Kárpát-medence föld- és vízrajzi viszonyait összefoglaló első kötetet a 2002. évi májusi közgyűlésen már kézbe adhatjuk. A Programtanács állást foglalt az *idegen nyelvű publikáció* megindítása mellett. Javaslom én is, hogy a közgyűlés foglaljon állást a Stratégiai Programok folytatásáról, hogy a Programbizottság, majd a Programtanács mielőbb kiadhassa a következő évekre szóló megbízásokat. Nemcsak azért javasoljuk ezt, mert eleget akarunk tenni a modern kutató társadalmi elkötelezettségének, hanem azért is, mert Akadémiánk pozícióját ilyen típusú programokkal tudjuk a leghatékonyabban erősíteni a társadalom és a politikai döntéshozók előtt. Költségvetési pozícióink meghatározásakor döntő szerepe van annak, hogy a képviselők (illetve beszédíróik) forgatják az akadémiai kiadványokat. Igen nagy hatása van annak, hogy a miniszterelnök a NATO-kötetet, a gazdasági miniszter *Vajda György* energia-politikai kötetét lobogtatja a kezében, s a parlament ülésén azt mondja, nincs energiatörvény, ha nem készül el Vajda György kiváló monográfiája.

A közgyűlésnek számot adva az elmúlt fél év eseményeiről, meg kell említenem az *ökológiai kutatásokról* megjelent három kötetet, amely a magyarországi ökológus kutatók seregszemléje, és pontos képet ad arról, hol, ki, mivel foglalkozik az országban, illetve, hogy milyen feladatok várnak ránk, ha Magyarország ökológiai állapotát meg akarjuk őrizni. *Borhidi Attila, Berczik Árpád, Fekete Gábor*, továbbá azok, akik e kötetekben nem szerepelnek, így *Balogh János* és a többiek bizonyították, hogy e fiatal tudományág kinötte gyermekbetegségeit, a személyes torzsalkodásokat is magával hozó diszciplináris helykeresést. Itt kell említenem az új *Környezet- és természetvédelmi lexi-*

*kon*elkészültét, amely tavaszra jelenik meg *Láng István* szerkesztésében, s amelynek szerkesztőbizottságában *Somlyódy, Stefano-vits, Fekete* és *Pantó* akadémikus, valamint jómagam veszünk részt.<sup>22</sup> Említenem kell a *Vizi E. Szilveszter* és *Bácsy Ernő* szerkesztésében megjelent *Egészségügy Magyarországon* című, nagy sikert aratott kötetet, a *nukleáris technológiáról* készített tanulmánykötetet, amelyben *Vértés Attila* szerkesztése mellett *Szathmáry Zoltán, Berényi Dénes, Marx György* akadémikusok kiváló tanulmányai kaptak helyet. Nagy visszhangra számíthat a *földtudományi kutatásokat* rendszerező három kötet is, amelynek első darabja *Mesko Attila* és *Ádám Antal* gondozásában az elmúlt hónapokban jelent meg.

Az elmúlt négy esztendőben 25 kötetet adtunk ki a fősorozatban, 11 kötet a *Műhelytanulmányok* sorozatban, és nyomdai előkészítés, illetve szerkesztés alatt van 15 benyújtott kötet kézírata. Kérem a közgyűlést, hogy a Programtanács kérésének megfelelően foglaljon állást a Stratégiai Programok folytatása mellett.

#### *A millennium és Akadémiánk alapításának évfordulója*

Nemzeti tanácsadó szerepünkhöz tartozott az is, hogy Akadémiánk – biztosítandó a közgondolkodásban a tudományosság jelenlétét – vállalja nemzeti közösségünk egészét aktuálisan foglalkoztató témák kidolgozását. Ezek közé tartozik részvételünk a *millennium megünneplésében*.

Emlékezhetnek tagtársaim, hogy a közgyűlésen is elmondottuk 1999. decemberében: mi magunknak kérjük a jogot és a lehetőséget, hogy a Magyar Tudományos Akadémiába egyesült kutatók elmondják a véleményüket a millennium megünneplésének mai és az évezredes magyar állam európai jelentőségéről. Célunk, mondtuk, *olyan*

<sup>22</sup> A kötet 2002 márciusában megjelent

*nemzetkép, olyan reális múlt- és jövőkép kiformalása*, amely segíti a társadalom egészsének reális önismeretét. Segíti, hogy a mindennapi életben reálisan fogalmazzák meg egyén és közösség jövőjének programját. Emeljük ki őszinte tisztelettel azokat a *nemzeti értékeinket*, amelyek lehetővé tették az itt élő emberi közösségek megmaradását az elmúlt ezer esztendőben, és amelyek a 21. században is követhetőek a természetben, a közéletben, a szociális és a kulturális életben. De tartjuk magunkat *távol azoktól a görögötüzes nemzeti illúzióktól*, amelyek az évfordulókon könnyen elfogják az ünneplőket, különösen, ha egy ilyen hányatott sorsú közösségről van szó, mint amilyen a magyar nemzet vagy a különböző etnikumokból összeállt magyar állampolgárok közössége.

Három dolgot vállaltunk: Akadémiánk rendezi a magyar állam megalapításának *központi ünnepségét* – ez, mint emlékezhetnek – 2000. május 8-án Akadémiánk Dísztermében a köztársasági elnök, a miniszterelnök, a bíboros úr, állami és közjogi méltóságok és a politikai pártok képviselőinek jelenlétében történt. Az elnök előadását a televízió egyik másora több alkalommal sugározta. A reális nemzeti önismeret erősítésének szolgálatában kiemelkedő teljesítmény a Történelmi Társulat akadémiai előadássorozata, amelyet a társulat elnöke, az Akadémia Past Presidentje, *Kosáry Domokos* szervezett és vezényelt, és amely a millenniumi program részeként folytatódik. Nyomatott formában a következő évek történet-szemléletének alapköve lehet. A História másfél éven át folyamatosan közölte a millenniummal kapcsolatos tudományos eredményeket.

Vállaltuk továbbá, hogy az Akadémia a 2000. év tudományos „nagyhetében” konferenciasorozatot tart, és e konferencián azt vizsgálja: miként vettek részt az egyes diszciplínák a magyar állam és a magyar társadalom megtartásában. Az osztályok alapos

munkájának köszönhetően a közgyűlési előadások nagyszerűen sikerültek, az ezekből megjelentetett kötetek első példányait tagtársaim már kezükbe kaphatták. Ez volt az első alkalom, hogy a 11 osztályt egyazon gondolatkör köré szerveződő, egységesen szerkesztett konferenciasorozatra lehetett bírni.

Harmadik millenniumi vállalásunk: a Stratégiai Programokból kinőtt *Magyarország az ezredfordulón* című hétkötetes munka megindítása. 1997-ben, sőt már 1995-ben felmerült az az elképzelésünk, hogy a hazai középosztálynak a kezébe adjuk Magyarország részletes leírását. Kétszer is feladtuk ezt a tervünket, mert úgy éreztük, hogy kutatásszervezetünk nem képes a széles közönség számára érthető-élvezhető nyelven leírni Magyarország földtani, vízrajzi, légköri viszonyait; növény- és állatvilágát, emberi társadalmát, településszerkezetét, igazgatását, gazdálkodását, kultúráját. A 11 osztály képviselőiből összeállt millenniumi bizottság (no meg a Stratégiai Programtanács társelnökei, Enyedi és Láng akadémikusok) mégis kihajtotta belőlem a sorozatot. 2001-ben elkészült az első kötet – magam, mint szerkesztő és a kötet szerkesztő közötti udvarias, de elszánt viták közepette –, s remélem, hogy a májusi közgyűlésre napvilágot lát. Elkészült a kézirat, és előreláthatóan 2002 decemberére megjelenik a településszerkezet és demográfia, 2003-ra a növény- és állatvilág, valamint az igazgatás- és politikai szerkezet, 2004-ben a hagyomány, a kultúra és a gazdálkodás kötete.

Remélem, hogy a „*millenniumi hétkötetes*” és általában az Akadémia millenniumi szereplése nemcsak a jelenben, de a jövőben, vállalkozásaink utóéletével is kivívja a társadalom elismerését. Tanítványaimnak mindig mondom: az is érdem, ha valamit segítettünk jó irányba fejlődni, s ha *megakadályozzuk a baj kifejlődését*. Igaz, hogy az újságírók, no és a történészek is csak a botrá-

nyokból írják a napi krónikát és a nemzeti történetet, de mi, széchenyista gondolkodású kutatók tudjuk, hogy a *karbantartás* és a *megelőzés* sokkal fontosabb, mint a szélsőséges kitörések utólagos kezelése. Így értékelem én Akadémiánk szerepét a millenium megünneplésében.

### *Tisztelt Tagtársak!*

A millennium évével esett egybe Akadémiánk alapításának 175. évfordulója. Akadémiánk önbizalmát erősíti, ha büszkén vállalja és értékeli a maga történelmét. A 175. évfordulót megünnepeztük, a 2001 novemberben tartott ülészek eredményeit remélhetőleg a 2002 májusi közgyűlésünkön tagtársaim kezébe tudom adni. Azzal a céllal, hogy – mint beszámolóim elején mondtam – olvassuk egymás műveit. A konferenciasorozatot megelőzően kezdtünk hozzá az *Akadémiai életrajzi lexikonhoz*, amely az 1825 és 2000 között élt/élő akadémikusok (rendes, levelező, tiszteleti, külső, igazgatósági tagok) fényképes életrajzát teszi közzé. Óriási gyűjtőmunkát, idegörlő szerkesztői vitákat és folytonos korrekciót kívánó munka ez. A szerkesztőbizottságban *Beck Mihály, Kulcsár Kálmán, Méhes Károly, Ritók Zsigmond, Szabadvány Ferenc* akadémikusok, *Kónya Sándor, Tilkovszky Loránt* doktorok, valamint tanítványaim, *Balogh Margit, Burucs Kornélia, Markó László, Póto János* vesznek részt. Remélem, a munkálatok télen lezáródnak és így 2002-ben a tagtársak könyvespolcaira kerülhet az Akadémikusok életrajzi lexikonának három testes köteté.

A 175 év megünnepléséhez kapcsolódik az akadémiai *Tudománytár-kutatócsoport* létrehozása, amelynek feladata lesz az Akadémia történetére vonatkozó adattár összeállítása, karbantartása és egy nagyszabású, három kötetre tervezett *akadémiatörténeti dokumentumkiadvány* létrehozása. A csoport a Társadalomkutató Központ keretében a fejlesztési programok részeként kap helyet.

### *Etikai kérdések*

Mindazon kérdésekben állást foglalunk, amelyek a társadalom részéről érkeznek hozzánk – ez is nemzeti tanácsadó szerepünkhöz tartozik. De *nem vagyunk pecsét-rakó intézmény*. Se a honfoglalás, se a gátak ügyében nincs „hivatalos” akadémiai álláspont. Csak az Akadémiában helyet foglaló bizottságok vagy kutatók álláspontjai. Semmiképpen nem engedhetjük meg magunknak, hogy az Akadémia ne foglalkozzon a *tudomány és a társadalom aktuális kérdéseivel*. Ezek közé tartoznak a tudomány mindennapjaink szerves részeként az elmúlt hónapokban újra és újra napirendre került, közgyűléseinket is foglalkoztató etikai kérdések.

A tudománynak része van a napi szükségleti cikkek előállításában, azok felhasználásával kapcsolatban joggal kérdeznek rá a tudomány felelősségére is. A tudományos eredmények felhasználásának etikai megítélése a kutatásszervezet, így Akadémiánk feladata is. Az Oppenheimer-ügy óta figyel a világ a tudomány eredményeinek felhasználásában az etikai szempontokra és a kutatók magatartására. Az etikai vitáknak már nemcsak a *fizikusok*, hanem a sokat emlegetett *génkutatók*, sőt *társadalomkutatók* munkája is tárgya lehet. (Emlékeztetem közgyűlésünket, hogy a 2000 májusi közgyűléshez kapcsolódóan a sajtó nyilvánossága előtt foglalkoztunk a genetika és génmanipuláció megítélésével.)

Az egész világ tudományosságát foglalkoztatják a tudomány etikai problémái. Az UNESCO a legutóbbi ülésén, néhány nappal közgyűlésünk előtt jelentette be: fontosnak tartja, hogy a kutatók maguk foglalkozzanak a tudomány és a tudományos eredmények felhasználásának etikai kérdéseivel. Hol tartunk mi ezen a téren?

Akadémiánknak van etikai bizottsága. Az elmúlt években alkalmam volt látni, hogy

ez a bizottság jól működik, a hozzá érkezett megkeresésekre körültekintő válaszokat dolgoz ki. Mégis úgy gondolom, hogy a közgyűlésnek *új feladatot* is kellene kijelölnie. Az etikai bizottság jelenleg arra van kárhóztatva, hogy *eljárási ügyekkel* foglalkozzon. Szerintem arra kéne felkérnünk a bizottságot, nem utolsósorban az általam igen sokra becsült elnökét, hogy válasszák el az eljárási ügyeket a valódi *tudományetikai* kérdésektől. A legutóbbi elnökségi ülésen, 2001. október 31-én, őszintén együttérezve az ott jelentést adó bizottság elnökével, azt a megjegyzést tettem, hogy kollégáink vélt vagy valós sérelmek kivizsgálását kérve számon a bizottságon és a tisztségviselőkön, amolyan panaszzirodaként használják. Az eljárási ügyekkel degradáljuk a bizottságot. Úgy látom – mondtam –, hogy a világban viharadarak röpködnek az égen, Magyarországon pedig libák tocsognak a pocsolójában. Az etikai bizottság hónapokig foglalkozik a kollégák egymás elleni panaszleveleivel; üzleties, a miniszterelnökséget, az elnököt és a főtítkárt megjárta panaszaival.

Úgy gondolom, hogy etikai bizottságunkat biztatni kell arra: tüsszön napirendre – akár az elnökségi ülés, akár a közgyűlés napirendjére – tudományunk egészét, tudomány és társadalom viszonyát érintő etikai kérdéseket. Nem anyagi vagy céhen belüli veszekedések vádjai, hanem valóban a tudomány stratégiai szintű belső konfliktusai foglalják el gondolkodásunkat összejöveleinkben.

#### IV. A tudományos műhely

Akadémiánk, mint tudományos műhely konferenciákat rendez, szakbizottságokat tart fenn, folyóiratokat, könyveket jelentet meg, de mindenekelelt kutatóintézeti hálózatot működtet. A kutatóhálózatot az elmúlt években mindig kiemelten kezeltük, és az elnöki beszámolómban minden évben igyekeztem szót ejteni az intézethálózat sorsáról.

Legutóbb 2001. október 26-án Martonvásáron, az intézetigazgatók értekezletén tekintettük át az intézethálózat jelenlegi problémáit. Mind az elnöknek, mind a főtítkárnak volt alkalma elmondani az akadémiai vezetés véleményét arról, miként érinti intézethálózatunkat a magyar tudománypolitikában az utóbbi esztendőben lezajlott iránymódosulás.

#### *Az intézethálózat stabilitása*

1996 decemberében kezdtünk hozzá az intézethálózat konszolidálásához, s elmondhatjuk, hogy sikerült megvédenünk. Ma nincs olyan politikai erő, amely megpróbálná elszakítani az intézethálózatot az Akadémiától. (Szinte minden kormányváltásnál akadtak olyanok, akik ezt megkísérelték. Elsősorban azok, akik az Akadémiában „feudális kiváltságokkal” bíró intézményt látnak.) Nekünk az a véleményünk, hogy az intézethálózat az Akadémia mellett van a legjobb helyen. A végrehajtó hatalomhoz rendelt intézetek ki vannak téve az egymást váltó kormányzati adminisztrációk újabb és újabb, rövid távú politikai törekvéseinek. Az egyetemek vagy karok pedig szükségszerűen a helyi autonómiák lokális szempontjaiból fogalmaznak meg feladatokat, esetleg preferenciákat. Szakigazgatásilag helyes volt, hogy a volt szovjet országokban a nagy nemzeti kutatóközpontokat az Akadémiához rendelték, a baj csak azzal volt, hogy az Akadémiát a politikának rendelték alá. Nagy kár – mondtuk az elmúlt években többször –, hogy a volt szocialista országokban – Csehországban, Lengyelországban, Romániában stb. – ezeket az intézethálózatokat hagyják tönkremenni. Arra hivatkoznak, hogy az 1950 és 1980 között kialakult kutatási preferenciák felváltására csak úgy van lehetőség, ha hagyják tönkremenni a régi struktúrákat, a régi preferenciák szerint kialakított és továbbélt intézethálózatot, vagy ha kiteszik a piac – mindenekelelt a termelés – igényeinek.

Meg kell állítani intézethálózatunk leépülését, vissza kell nyerni működőképességét, azaz konszolidálni kell – mondtuk 1996-ban. Ehhez mindenekelőtt az szükséges, hogy rendbe hozzuk az *alapfinanszírozást*, majd javítsuk a *bérvizonyokat*, végül a *műszer-ellátást*. A közgyűlés régebbi tagjai közül sokan emlékezhetnek, azt mondtuk: 1997–1999 legyen az alapfinanszírozás és a telephelyek rendbehozásának három éve, és indítsunk el bizonyos, az 1980–90-es években elmaradt fejlesztéseket. E programhoz a kormánytól három évre évi 600 millió forintot kaptunk. Azt mondtuk: a következő három év viszont legyen a bérrendezés ideje, 2000 és 2002 között újabb 1,8 milliárdos támogatást terveztünk.

A konszolidáció második szakasza részben teljesült azzal, hogy a kormány 2001-ben bérrendezést hajtott végre, aminek két eredménye is volt. Az egyik az, hogy a tudományos kutatók bére – különösen a fiataloké és a professzori szintű kutatóké – jelentősen emelkedett (ez az intézethálózatban 1,2 milliárd percbet jelentett), másik eredménye pedig az volt, hogy az akadémiai kutatóintézetek *kutatói besorolása* összhangba került az *egyetemi oktatókéval*, és a bérezési rendszerük is azonos lett.

A konszolidáció harmadik szakasza még hátra van. Az elmúlt években csak részben sikerült javítani a műszer-, különösen a közép-műszer-ellátást. Ha nem tudunk ezen változtatni, és nem pótoljuk az alapellátás 1999-2001-ben megállt javítását, akkor természettudományos intézeteink az alapkutatásokban nem lesznek képesek lépést tartani a világgal.

Az intézethálózat rendkívül eredményes. Intézeteink kutatói létszáma a magyarországi kutatóknak nem több mint 15-16 %-át teszi ki. Ugyanígy arányú a költségvetési ráfordítás is. A mérhető tudományos eredményeknek azonban 30 %-a e hálózatban születik. Ez is mutatja, hogy az intézethálózat még

működőképes, és az Akadémia mellett jó helyen van. Vajon hogy néz ki belülről ez az intézethálózat?

A Konszolidációs Bizottság ezévi két értekezletén foglalkozott a bérrendezéssel, a fejlesztésekkel, és felvetette az intézethálózat napi életének eddig nem vizsgált részleteit. Ennek tárgyalására 2001 telén vagy 2002 tavaszán kerítünk sort.

#### *Tulajdonosi, feladatállítói számonkérés*

Az intézethálózat *tulajdonosi* jogait az Akadémia gyakorolja, ilyen minőségében kötelessége biztosítani az alapellátást, és lehetősége, hogy feladatállítóként jelenjen meg. Hogyan jelenik meg az intézeti mindennapokban az Akadémia feladatállító szerepe? Az Akadémia, mint az intézet „gazdája” kinek a révén állít az intézet elé feladatokat? Ezt a szerepet elvben a tudományos osztályoknak kell betölteniük. De betöltik-e? Mit tesz az intézetek tudományos tanácsa? Működnek-e egyáltalán a tudományos tanácsok, és ha igen, milyen eszközeik vannak arra, hogy az intézeteken *számonkérjék* észrevételeik megfogadását? Gazdája-e az intézeteknek az AKT?

Mindenekelőtt *kutatásszervezeti, szakigazgatási és működési kérdések merülnek fel!* Van-e összhang például az intézetek szakmai feladatait állító *osztályok* és az intézetek működését felügyelő AKT között? Milyen az elszámoltatás, a számonkérés az Akadémián?

Két jól működő főosztályunk, a Természettudományi és Társadalomtudományi Főosztály közmegelegedésre látja el szakigazgatási feladatait. Ám képes-e a mostani szervezet a piacgazdaság körülményei között közvetíteni a piac kihívásait az akadémiai intézeteknek? Vagy fordítva, képes-e ez a szervezet megjeleníteni a vállalkozói társadalom előtt az intézeteinkben rejlő kutatási erőit? (Zárójelben jegyzem meg: nemcsak a termelési szféra, hanem a kiadói szféra figyelmének felkeltését is fontosnak tartjuk. Nemcsak a természetkutató, hanem a tár-

sadalomkutató intézetekről is beszélve.) Nem kellene-e maguknak az intézeteknek kialakítaniuk azt a *menedzsmentet*, amely professzionálisan foglalkozik az intézethálózat értékeinek hasznosításával, és nem vár a központi adminisztráció vagy a központi PR ilyen tevékenységére? Felkészültek-e intézeteink – egy részük bizonyosan – arra, hogy az európai uniós pályázatokhoz megkívánt külföldi pályázótársakat találjanak Európa nyugati felén?

Mindezekre a kérdésekre választ kérésünk. Ezért foglaltunk úgy állást, hogy 2002 tavaszára készüljön el egy *helyzetjelentés* az akadémiai intézethálózatról, amely egyrészt rögzíti, hogy a konszolidáció következtében mennyit nyert az intézethálózat, másrészt megfogalmazza, milyen megoldatlan konfliktusok vannak még a hálózatban. Szükséges ez azért is, mert a közgyűlés által kiküldött Konszolidációs Bizottság megbízatása 2002-ben lejár, ám ajánlatos volna, hogy a közgyűlés a következő években is változatlan gondossággal foglalkozzék az intézethálózattal.

#### V. A finanszírozási rendszer reformja

##### *Kedves Tagtársaim!*

Az állam újraelosztó szerepének meghatározása a rendszerváltást megélt országokban még kialakulatlan. Ezekben az években dől el, hogy a teljes állami tulajdonból a piaczgazdaságra áttérő volt szocialista országokban melyik szektor mekkora állami támogatást tud kiharcolni magának. A „legbiztosabb pénz” az adófizetők pénze, ennek újraelosztásakor sokan szeretnének biztos pozíciókat szerezni maguknak.

A tudomány különösen kiszolgáltatott helyzetben van. A korábbi 100 %-os állami finanszírozás helyett az állam a költségek felét is alig vállalja. Ahhoz pedig, hogy piac-képesé formáljuk kutatásszervezetünket, *idő kell* és olyan *piac*, amely igényli a hazai K+F-rendszer szolgáltatásait. Márpedig ilyen

piac még nem alakult ki. Tehát – mondtuk 1996 decemberében – nálunk az államnak átmenetileg nagyobb terheket kell vállalnia, mint a fejlett tőkés országokban. Különösen az alapellátás szinten tartásában kell a költségvetésnek közreműködnie, mert megfelelő telephely, megfelelő alapfizetés és megfelelő műszerezettség nélkül intézeteink nem tudnak piacképesen pályázni és megbízásokat szerezni. Ezért beszéltünk arról, hogy az alap-, a feladat- és a projektfinanszírozás ideális 33-33-33 %-os arányát számításaink *szerint 10 év alatt* lehet fokozatosan elérni. Elképzelésünk az volt, hogy az állam ebben az átmeneti 10 esztendőben elsősorban tulajdonosi kötelezettségeinek, azaz az alap- és feladatfinanszírozás biztosításának tegyen eleget (ami hozzávetőlegesen a költségek 66 %-át teszi ki). Eközben ösztönözze a kutatói társadalmat a projektekre eső harmadik harmad elnyerésére. 1996-ban ezzel indítottuk el a finanszírozási reformot.

Az alapelvek azonban 1998-ban a kormányváltással változtak. A tudományra fordított költséghányad 1999-ben és 2000-ben visszaesett, majd most, 2001-2002-ben ismét hirtelen emelkedett.

Az 1999-ben hozott döntés értelmében a tudományra fordított összegek nominális értéke 2001-től ismét emelkedett, de a finanszírozási rendszerben *szerkezetátalakítás* jött létre. Jelentősen emelkedett a kutatói bér, ahogy erről szóltam, és hirtelen megnőtt a *projektfinanszírozásra* fordított állami összeg is. A projektfinanszírozási részarány ugrásszerű növekedésének hatását 2001 második felében tudjuk először felmérni, s – befejezőként – röviden szólnom kell arról, mit hozhat az új finanszírozási rendszer a tudományos műhelyekben.

##### *A növekedés szerkezetváltása*

A ráfordítás növekedése bizonyított. Bármit mondanak is erről a parlamenti vitákban egyik vagy másik oldalon, a kezemben tar-

tott számadatok a következőkről beszélnek. 1995-ben a tudomány költségvetési támogatása a mélypontra került, az 1990-től egyre gyorsuló hanyatlás megállíthatatlannak látszott. 1997-ben a tudománypolitikai reform megindulásakor több mint 30 %-kal nőtt a ráfordítás, 1998-ban 28 %-kal, 1999-ben további 21 %-kal. 2000-ben megtorpanás következett, a növekedés mindössze 13 %-os volt. 2001-ben a tervezett növekedés 17,5 milliárd, 2002-ben pedig további 19 milliárd forint. Ha képzeletben grafikonra vetítjük az 1996–2002 közötti ráfordítást, akkor azt látjuk, hogy 1997–98-ban megindul a növekedés, 1999–2000-ben visszaesik, majd 2001–2002-ben ismét felveszi az 1997–98-as évek vonalát. Ha az ígért támogatások megvalósulnak, a tudományra fordított összegek az 1996. évi 23,6 milliárd forintról 2002-ben 101,6 milliárd forintra emelkednek. Ez áll a kétéves költségvetési tervben. (Zárójelben jegyzem meg, hogy az Akadémia részesedése a tudományra fordított költségvetés abszolút összegéből ma 2,4-szer nagyobb, mint 1996-ban volt. A költségvetés növekedésének az Akadémia kétségtelenül nyertese volt, mert a neki jutó tortaszélelet – az egyetemekhez és egyéb intézményekhez képest – ma többszöröse az 1996-évének.) A statisztika másik pozitívuma: 2000-ben először esett meg, hogy a teljes ráfordítás összegében a nem költségvetési ráfordítás 50 % fölé került. Tehát most kezd megmutatkozni a piacgazdasághoz való igazodás eddig lappangó pozitív tendenciája.

Nem kívánok – mint ahogy a korábbi években sem szándékoztam – számháborúsdit játszani a GDP százalékaikról, ahogy ezt a politikai pártok teszik. Vagyis nem kívánok vitába bocsátkozni arról, hogy a „sok is mindig kevés”, s hogy ekkora GDP-növekedés mellett még hány további tizedszázalékkal lehetett volna emelni a tudományra fordított összegeket. (Azért sem folytatok ilyen számháborút, mert – ahogy ezt elnökségi ülésen

és egy alkalommal, 1997-ben a közgyűlésen is bemutattam – a GDP-számításnak a világ különböző részein különféle technikai vannak, és sajnos igen könnyű manipulálni e módszerek alkalmazásával. A GDP tudományra fordított hányadának meghatározása helyett a hirtelen emelkedés tényének tulajdonítok nagy jelentőséget.)

Nem titkolhatom, hogy az elégedettség mellett jelentős viták is vannak közöttünk részben a bérreformról, részben a projekt- és alapfinanszírozás viszonyáról, illetve az új rendszer bürokráciájáról. Éppen csak jelezni szeretném a közgyűlésnek e viták alaptéziseit.

### *Bérreform*

A 2001. évi béremelés mind az egyetemen, mind a kutatói szférában óriási előrelépés. 1997 februárjában, a Tudománypolitikai Kollégiumon tettük az első javaslatot a közalkalmazotti szférán belül a kutatói bérek beállási szintjének emelésére, és javasoltuk, hogy az egyetemi oktatói és a kutatói bérek között ekvivalenciát teremtsünk. (Talán emlékeznek még néhányan, hogy annak idején a kutatóintézeti alapbérek 40 %-kal voltak alacsonyabbak az egyetemi fizetéseknél.) Az oktatói és a kutatóhálózati munkahelyek közötti átjárhatóság első feltételeként jelöltük meg a bérszínvonalbeli ekvivalencia létrehozását. Az akkor, 1997-ben kiszámolt bértömeget a kormány nem tudta előteremteni, ezért fokozatos bérreformot helyezett kilátásba, mondván: a kutatói bérhierarchia csúcán elhelyezkedő néhány ezer főnek – akkor tervezetten 5000 főnek – ad relatív emelkedést Széchenyi-professzúra, illetve akadémikus és akadémiai doktori tiszteletdíj formájában.

A 2001. évi bérendszer elsősorban az idősebb – a professzor korú – és a kezdő kutatóknak hoz javulást. Következetes harcot kellett folytatni azért, hogy az akadémikus és a doktori tiszteletdíjak ne olvadjanak el a béremelés során. Többen érveltek úgy: legyen magas a professzori bér, és akkor nincs

szükség akadémikusi, doktori tiszteletdíjra. Én ezzel soha nem értettem egyet, mert számomra e tiszteletdíjak a meritokrácia *tiszteletdíjai*, nem pedig bérkiegészítések. Végül az a kompromisszum született, hogy nem szakadtunk el a minimálbér-alaptól, de az 1996. évi 100 %-os minimálbér helyett az akadémikusi és a doktori illetmény alapja a minimálbér 80 %-a. Megítélésem szerint ez még mindig jóval több, mint amit bérreformtárgyalásaink kezdetén elérni reméltünk. Biztosnak látszó ígérvény van a kezünkben, arra, hogy 2002 januárjától a tiszteletdíj 7-szer, illetve 9-szer 40 ezer forintra emelkedik.

Gondot okoz az is, hogy a *közalkalmazotti bérszállás* besorolási kategóriái igen meglevők, az intézetek *garantált kutatói létszámai* pedig kötöttek. A költségvetésből ezért csak a közalkalmazotti bérszállás minimumot tudjuk előteremteni. Így következett be, hogy ugyanakkora fizetést kap egy 20 éve kandidátusi fokozatot szerzett kolléga, mint egy fiatal PhD-s. Sőt, ha az eddigi nomenklatúrában az idősebbnek volt némi előnye, a mostani rendszer még azt is elveszi. Hiszen ha az idősebb kolléga elérte tudományos fokozata bérszállás minimumát, akkor ő gyakorlatilag már nem részesülhet fizetésemelésben. Az intézetek ezért csak a saját bevételeikből tudják differenciáltan bérezni a dolgozóikat.

Látni kell azt is, hogy legkiszolgáltatottabb, de még aktív kutatók, a *nyugdíjasok* helyzetét sem tudjuk megoldani. Márpedig azt tartjuk egészséges kutatói műhelynek, amelyben az *egymást követő generációk együtt dolgozhatnak*. Egyébként is őszintén valljuk, hogy a mi hivatásunk azért a legnagyobb, mert az ember élethossziglani munkára van „ítélve”, tehát akár életünk utolsó éveiben is értékelhető teljesítményt csíholhatunk ki magunkból.

A 2001. évi bérrendezés során jelentős belső bérfeszültségek is keletkeztek Akadémiánkon a *köztisztviselői* és a *közalkalmazotti* réteg között. Személyesen a miniszter-

elnöknek és a kancelláriaminiszternek köszönhető, hogy Akadémiánk tisztviselői – másfélszáz ember – megmaradhattak a köztisztviselői körben, és ezzel nem remélt, óriási fizetésemelés kedvezményezettjei lettek. Kétségtelen, hogy a *központi hivatalban dolgozó köztisztviselői kar* és a *kutatóintézet menedzsmentje között elfoglaltságban nincs különbség*, míg fizetésben majdhogynem *duplájára nőtt a távolság közöttük*. Egy intézetigazgató vagy az intézeti titkárságon dolgozók ugyanúgy ledolgozzák a napi sok órát a tudomány adminisztrációjában, mint a köztisztviselők. Az ellentmondást a magam részéről úgy oldottam fel, hogy azt mondtam: a megoldás nem a tisztviselői kar besorolásának és így fizetésemelésének visszatartása. A megoldás csak az lehet, hogy a kutatói szférában a kutatással és tudomány-szervezéssel foglalkozó menedzsment, mindeneke előtt az intézetigazgatók, az igazgatóhelyettesek és a gazdasági vezetők központi pótlékait emeljük. Ezen a fórumon is szeretném elmondani, hogy a tudományos berendezés és a tiszteletdíjak ügyében az említett kormánytisztviselőkön kívül két akadémikusunk, *Hámori József*, a TTPK elnöke és *Pálincás József* – korábban államtitkárként, most pedig miniszterként – az első perctől következetesen képviselte a minőségbarát és az *akadémiai szempontokat*.

Nagy gondunk a nem tudományos munkakörben foglalkoztatott munkatársak béremelésének elmaradása. Nemcsak a természetkutató, ún. kísérleti intézetekben teher a laboránsok, a titkársági adminisztráció alulfizetettsége, legalább ekkora gond a társadalomkutató intézetek adminisztrációjának szegényteljes bérezése. Főtitkár úrral elhatároztuk, hogy az Akadémia belső erőforrások átcsoportosításával igyekszik az adminisztratív dolgozók bérét egy jelentősnek mondható összeggel emelni, ezzel a tervezett országos közalkalmazotti béremelés arányát 15-20 %-ra kiegyenlíteni. Tárgyalásokat foly-



tattunk és írásos ígérettel is bírunk arra vonatkozóan, hogy a bérrendezés korrekcióját még 2002-ben elkezdjük. A kormánnyal folytatott tárgyalás eredményeként ígértünk van arra, hogy az intézetek igazgatási adminisztrációjának, valamint a nem tudományos dolgozók béremelésére a 2002. évi pótlólagos költségvetési korrekcióban bizonyos összeget kapunk. Ez természetesen csak remény és ígéret, a jó szándék kifejezése. Még fontosabb, hogy – az ígéretek szerint – a 2002 februárjában megkezdődő 2003. évi költségvetési tárgyalásokon a bérrendezési törekvéseknek előnyt ad mind az Akadémia vezetése, mind a kormányzat.

### *Projekt- és alapfinanszírozás*

Utaltam arra, hogy viták vannak a finanszírozás belső szerkezetéről, és utaltam arra is, hogy a magam részéről kitarokt az 1997 decemberében a közgyűlésen is ismertetett álláspontom mellett: tíz évre és gondos finanszírozási stratégia kialakítására van szükség ahhoz, hogy elérjük a világszerte optimálisnak tartott egyharmad-egyharmad-egyharmad arányt az alap-, a feladat- és a projektfinanszírozásban. Közben ki kell alakítani a diszciplína-finanszírozás nyugaton már bevált normatíváit: meghatározni, hogy mely intézetek, illetve diszciplínák piacorientáltak, s azok arányosan kisebb költségvetési támogatást kapnak. Eközben össze kell állítani a lényegében teljesen költségvetési finanszírozásból élő intézetek és diszciplínák listáját. A nyugati kutatóintézetek ilyen alapelvek szerint működnek.

A kormányzati adminisztrációban dolgozó tagtársaink és barátaink a 2001. és 2002. évi költségvetés emelését béremelésre, és főképp projektfinanszírozásra kívánták fordítani. Létrehozták az öt nagy nemzeti kutatási programot, és kialakítottak egy nagy összegű műszertámogatási projektet. A program- vagy projektfinanszírozás hatékonyságát senki sem vitatta és magam sem vita-

tom. De kockázatosnak tartom, hogy a projektfinanszírozást egyik pillanatról a másikra ilyen arányban emeljük, miközben az alapfinanszírozást és a kutatói létszámot az eddigi szinten hagyjuk. *A rossz állapotban lévő intézethálózat – mondottuk – nem tudja majd felszívni és igazán hatékonyan felhasználni a hirtelen megnőtt projektpénzekeket.* A vita kompromisszummal végződött: az intézetek ún. alapfinanszírozási hányadát is be lehet vonni a pályázatokba, tehát műszer- és intézetfenntartási költségeket is el lehet számolni. A vita továbbra is tart, de a magam részéről azt tartom alapkérdésnek, hogy *van szétosztható pénz*, és az elosztás alapelvein lehet vitatkozni.

Nem titkoljuk azokat a vitákat sem, amelyeket az új finanszírozási rendszernek az intézetekre, tanszékekre gyakorolt hatásáról folytattunk. Az én érvelésem a következő: ha a ráfordítás növekedése ennyire egyoldalúan projektközpontú lesz, akkor intézeteink előbb-utóbb projektfüggőek lesznek. Mivel nincs megoldva az intézetek alapfinanszírozása, az intézet- és tanszékvezetők kénytelenek belenyugodni, hogy minden munkatársuk külső projektfinanszírozások után futkos. Már most is ott tartunk, hogy ha a Széchenyi-program pénzeit valóban megkapjuk, intézeteink jelentős részében a projektfinanszírozás aránya eléri a 40-50 %-ot. Akkor pedig az intézeteink *atomizálódnak, a nagy diszciplináris vállalkozásokra nem marad érő.* Épp azokat a vállalásainkat nem tudjuk teljesíteni, amelyekre *az intézeteket, mint tudományos műhelyeket sok évtizeddel ezelőtt létrehívták.* Az intézetek így műhelyekből alkotóházakká válnak. Márpedig *alkotóház* és *műhely* – két eltérő típusú intézmény.

### *Az új rendszer bürokráciája*

Viták folynak közöttünk az új rendszer adminisztrációjáról. A miniszter úr államtitkárként még támogatta azt az elképzelést, hogy az

öt nagy program a maga évi 6 milliárd forintjával kerüljön át az országos autonómiához, az Akadémiához. Hasonlóan működött volna, mint az OTKA, azzal a különbséggel, hogy az Akadémia a működtetését saját adminisztrációjával vállalta volna, ezzel akadémiai titkársági reformot is végrehajthattunk volna. Nem ez történt. Politikai döntés volt, hogy a programok adminisztrációja a tárcánál maradjon. Az adminisztrációt most a volt OMFB apparátusa látja el. Ezzel az első vitakérdésünk eldőlt.

Nincs lezárva az a vita, amely arról folyik, szükség van-e olyan *bonyolult finanszírozási-bürokratikus* rendszerre, amilyent kialakítottak. Tapasztalt kutatószervezők mondják, számításokat kellene végezni arra vonatkozóan, mennyivel nagyobb az 1 forintra vetített adminisztrációs költség ma, mint az elmúlt 10 évben, vagy bármikor az 1980-as években. A projektek elnyeréséhez olyan részletességu űrlapokat kell kitölteni, amelyek a tudományos kutatásban csak molsolygást kiváltó tervezhetőséget feltételeznek. Rendben van, vigyázni kell az adófizetők pénzére, de azt már a szovjet tervgazdaság történelméből tudjuk, hogy a tervek túlbürokratizálása formálissá teszi a beszámoltatást és magát a beszámolást. Joggal vetik fel, hogy a műszaki tudományokban elfogadott tervezhetőség elveit kéri számon mind az élettudományokon, mind a társadalomtudományokon. De nincs megválaszolva az a kérdés, milyen tapasztalatok birtokában vannak azok, akik 2-3 évre előre, hónapokra lebontva kérnek elvart és behajtható kutatási eredményeket.

Az itt felsorolt vitapontok valós témái a közöttünk folyó eszmecsereknek. Szeretném jelezni, hogy mind az Oktatási Minisztérium, mind a Tudomány- és Technológiapolitikai Kollégium tagjai tisztában vannak e problémák valós voltával, és az új vezetés felismerte a korrekcióképesség fontosságát.

### *A kincstári optimizmus veszélye, korrekciós tervek*

Az oktatási miniszter úrral 2001 szeptemberében megállapodtunk egy új szervezet kialakításában. Az oktatási miniszter, az OTKA elnöke, az OMFB elnöke, az Akadémia elnöke és – az én javaslatomra – az illetékes államtitkárok rendszeres tárcaközi értekezletet tartanak, hogy feltárják a felsőoktatásban és a kutatóhálózatban felmerülő tudománypolitikai és finanszírozási kérdéseket. Az első értekezleten megállapodás született arról, hogy a 2003. évi tudományos költségvetés irányelveinek kialakításakor kiemelt helyet adunk az intézeti és tanszéki alapfinanszírozási források emelésének, újtárra indítunk egy kutatóhálózati-tanszéki műszerprojektet, és felmérjük, hogyan alakulnak az Európai Unió pályázatok feltételei a kutatóhálózatban. Abban is megállapodtunk, hogy nyilvánosságra hozzuk az 1999 óta fokozatosan növekvő Európai Unió befizetések adatait, hogy végre világosan lássuk, van-e alapja annak az optimizmusnak, amely bennünket az 1999., illetve 2000. évi első uniós pályázatok sikere láttán eltöltött, amikor hat akadémiai intézet nyert el nagy összegű pályázatot az uniós fórumon. Csakhogy 1999 óta mindegyre emelkednek az évi befizetési összegek, amelyeket az állami költségvetésből kell kigazdálkodni. Szeretnénk azt is látni, hogy így közvetve, nemzetközi pályázatok révén mely szférákat, mely diszciplínákat finanszíroz kiemelten az állami költségvetés. Hiszen az uniós pályázatokon egyelőre csak nagyon is meghatározott diszciplínák vehetnek részt. Egyáltalán, milyen formában történik e pénzek visszanyerése? Nehogy a kincstári optimizmust a valósággal szembesülve kincstári pesszimizmus váltsa fel.

*Kedves Kollégák!*

Féléves beszámolómat a vászonra kivetített vázlat utolsó mondatával zárom: „*a vezetés a helyén van*”. A főtitkár és a főtitkárhelyettes úrral, a Vezetői Kollégiummal rendszeresen foglalkozunk korrekcióképességünk feltételeivel. Tisztában vagyunk azzal, hogy nincsenek általános receptek. Az egész közép-európai és magyar gazdasági és szellemi élet az átmenet korát éli, amelyben a bátor *újat akarásnak* kell karöltve járnia a *fontolgató értékmegőrzéssel*. Azzal is tisztában vagyunk,

hogy nem tudunk minden esetben tökéletesen megfelelni azoknak az elvárásoknak, amelyekkel Önök viseltetnek velünk szemben, és azoknak az elvárásoknak sem, amelyeket mi állítunk magunk elé.

*Köszönöm figyelmüket*

---

Elhangzott a Közgyűlésen 2001. november 5-én délután. Délelőtt a kibővített Közgyűlés tudományos ülészakon ünnepelte a Tudomány Napját, ott az elnök *Szeptember 11-e és a tudomány*, (Megjelent: Ezredforduló, 2002. 1. sz. 3–11. old.) *Maróth Miklós: Az Iszlám* címmel tartott előadást.



# *Humán Genom Program*

## **BEVEZETÉS**

Venetianer Pál

Az ezredforduló kétségkívül legfontosabb tudományos eredménye az emberi genom információtartalmának közelítően teljes megismerése. A Magyar Tudomány e számában ezt az eseményt próbáljuk körüljárni, lényegét és tanulságait ismertetni. A kommentátorok világszerte egyetértenek abban, hogy tudománytörténeti fordulópont tanúi vagyunk, a következmények túlmutatnak a molekuláris genetikán, az alapkutatáson. Valószínűleg nem túlzás kijelenteni, hogy az egész emberi társadalom eljövendő fejlődését befolyásolhatja, ami most történt. Néhány rövid cikk természetesen nem alkalmas arra, hogy az összes lehetséges következményt részletesen elemezze, olyan jóslásokra sem kívánunk vállalkozni, mint Francis Collins a Humán Genom program irányítója, aki évtizedekre lebontva, a 2040-ig terjedő

időszakra adott részletes prognózist arról, hogy milyen változások várhatók az orvosi gyakorlatban. Hiszen nyilvánvaló, hogy a legfontosabb fejlemények ezen a területen várhatók.

A felfedezés történetét, eredményeit és előzményeit összefoglaló bevezető cikk után tehát elsősorban ezekkel az orvostudományi következményekkel foglalkozik a klinikai genetikus Kosztolányi György cikke. A jövő orvostudománya számára természetesen a nyers szekvencia-információ még nagyrészt holt anyag, amely eleven, gyakorlati fontosságú hatóerővé csak akkor válik, ha az egyes gének, génszakaszok pontos funkcióit megismerjük. Patthy László cikke ismerteti meg a „funkcionális genomika” problematikájával, a modern biológia egyik kulcsfogalmával. A biológia, mint alaptu-

domány számára a humán genom (illetve a számos más organizmus ugyancsak meghatározott teljes információtartalma) az új ismeretek valóságos kincsháza. Az általános biológiai problémák közül egyet emelünk ki, az evolúciókutatást: ezzel foglalkozik Pál Csaba és Szathmáry Eörs tanulmánya. Az elméleti és gyakorlati szempontból egyaránt fontos populációgenetikai, történeti-antropológiai vonatkozásokról Raskó István írt cikket. Sajnos az emberi DNS- szekvencia kriminalisztikai felhasználásának igen érdekes kérdésköréről nem sikerült kellő időben szakértő tanulmányt kapnunk, remélhetőleg a jövőben még olvashatunk erről a Magyar Tudományban. Az emberi genomi információ gyakorlati felhasználásának egyik legfontosabb területéről, a gyógyszerkutatási, gyógyszeripari felhasználásról Arányi Péter ad összefoglalást.

Az, hogy a genetika jelenleg az érdeklődés homlokterébe került, hogy szinte napról-napra fedeznek fel új, az emberi viselkedést, személyiséget, sorsot befolyásoló géneket, újra „divatosá” teszi az ősi „nature-nurture” problémát, ezt tárgyalja Kampis György tudományfilozófus cikke. És végül, de nem utolsó sorban beszélünk kell arról,

hogy a Humán Genom programban jelentős energiát és pénzt fordítottak az eredmények társadalmi, etikai és jogi következményeinek vizsgálatára. A jogi problémákat foglalja össze Sándor Judit tanulmánya.

Befejezésül néhány kiegészítő, „last minute” információ. Az emberi genom-szekvencia tavaly februári közlése óta kb. ugyanolyan szintig befejezték az egér DNS-szekvenciájának megfejtését is, amely az orvostudomány számára szinte még fontosabb, mint az emberé, ugyanis csaknem minden emberi örökletes betegségnek van egérmódelje, illetve előállítható ilyen modell; és az egérrel (jelenleg még, ha a szélsőséges állatvédők nem akadályozzák meg) lehet kísérletezni. Az egérszekvenciát ugyanaz a Celera cég fejtette meg, mint az emberét, de ezzel valószínűleg be is fejezte ezt a tevékenységet. A céget ugyanis tulajdonosai gyógyszerkutató és fejlesztő vállalattá kívánják átalakítani, és ennek következtében Craig Venter elhagyta őket (vagy kirúgták). A Collins által vezetett „hivatalos” program egyelőre folytatódik, bár elég sok vita zajlik arról, hogy mi történjék majd a kutatókkal és az infrastruktúrával, ha egyszer tényleg elkészül a teljes emberi szekvencia.

# ÚT AZ „ÉLET KÖNYVE” ELOLVASÁSÁHOZ

Venetianer Pál

az MTA rendes tagja, MTA SZBK Biokémiai Intézet  
venetianer@nucleus.szbk.u-szeged.hu

Amikor 2000. június 26.-án Clinton és Blair közös sajtóértekezleten jelentették be, hogy lényegében sikerrel befejeződött az ember teljes örökletes információtartalmának, azaz az emberi DNS nukleotidsorrendjének megfejtése, a világsajtó – teljesen jogosan – szenzációként találta a hírt, tetszetős szlogenekkel próbálván hangsúlyozni az eredmény jelentőségét. Az egyik népszerű méltató kifejezés az volt, hogy elolvastuk „az élet könyvét”. Noha ez természetesen félrevezető megfogalmazás, hiszen az ember nem azonosítható az étellel és az emberi genom-szekvencia megfejtését megelőzte több más élőlény (egy növény, egy rovar, egy fereg és számos mikroorganizmus) DNS-szekvenciájának teljes meghatározása, továbbá a szekvencia ismerete távolról sem jelenti annak megértését (amit az „elolvasás” szó implikál), a frázis mégis jól érzékelteti az eredmény tudománytörténeti jelentőségét. Egy ilyen súlyú esemény, amely stílszerűen éppen az ezredforduló évében történt, indokoltá teszi a visszapillantást, a fordulópont-hoz vezető út – szükségképpen rendkívül vázlatos – áttekintését, ezt kísérlem meg a következő oldalakon.

A történet kezdetén két – szinte egyidejű, de egymástól teljesen független – felfedezés áll, amelyekben jóformán csak az a közös, hogy a tudományos világ szinte észrevétlenül ment el mindkettő mellett.

1865-ben egy brünni apátságban magányosan kertészkedő szerzetes, Gregor Mendel néhány kvantitatív következtetést von le borsókeresztelési kísérleteiből, és ezzel –

anélkül, hogy tudna róla – megalapozza korunk talán legfontosabb tudományát, a genetikát. Felismerései annyira újszerűek, hogy noha dolgozatát kora egyik vezető biológusának is elküldi, azok nyomtalanul és visszhangtalanul süllyednek el, amíg 1900-ban hárman (DeVries, Correns, Tschermak) újra fel nem fedezik őket.

Négy évvel Mendel dolgozata után, 1869-ben, egy bázeli katonaoorvos, Friedrich Miescher sebesült katonák gennyel átitatott kötéseiből izolál és ír le egy új, foszfortartalmú, nagymolekulájú szerves anyagot, amelyet nukleinnek nevez el (ma DNS-nek hívjuk). Ez a felfedezés is meglepő, olyannyira, hogy a kor biokémikus pápája, Hoppe-Seyler két évig visszatartja a közleményt, amíg saját maga meg nem ismétli Miescher kísérleteit, így meggyőződve azok hitelességéről.

Mendel és Miescher felfedezéseinek látszólag semmi közük egymáshoz. Illetve talán mégis. Egy közelmúltban megjelent kiváló népszerű tudományos könyv (Ridley, 2000) azt a – szinte hihetetlen – tudománytörténeti pletykát közli, hogy Miescher egy nagybátyjának írt levelében eljátszik a gondolattal, hogy „... ahogy az abc 24-30 betűje képes leírni bármely nyelv minden szavát és fogalmát, úgy a nuklein leírhatja az átöröklést”. Ez persze – ha igaz – inkább csodálatos megsejtés, mint megalapozott tudományos hipotézis, ennek a ma közhelyszerű igazságnak a kimondásához még sokáig kellett várni.

A huszadik század első felében Mendel felismerései alapján, elsősorban Morgan és

iskolájának munkássága nyomán megszületik a tudományos genetika, és világossá válik, hogy az eleinte absztrakt entitásként kezelt öröklési „faktorok”, később „gének”, megfogható, mikroszkópban látható celluláris struktúrákhoz, a kromoszómákhoz vannak kötve, ott meghatározott és megismerhető lineáris sorrendben helyezkednek el. Morgan egyik tanítványa, Muller már 1922-ben azt írja (idézi Hunter, 2000), hogy: „... Nem tagadható, hogy talán lehetséges lesz a géneket mozsárban eldörzsölni, vagy főzőpohárban megfőzni. Lehet, hogy mi, genetikusok előbb-utóbb bakteriológussá, biokémikussá, fizikussá fogunk válni, miközben zoológusok és botanikusok maradunk. Legalábbis én ezt remélem”. Morgan is felveti a gondolatot, hogy a gén esetleg valamely definiálható szerkezetű kémiai molekula, és ennek a molekulának a természetén, tulajdonságain spekulál a fizikus Schrödinger is „Mi az élet?” című korszakalkotó, számos kiváló fizikust a biológia felé irányító esszéjében.

Morgan, Muller vagy Schrödinger nagyhatású, iskolateremtő, a tudományos világ figyelmének középpontjában álló egyéniségek voltak (mindhárman Nobel-díjasok). A következő döntő lépést azonban ismét egy nagy magányos tette meg. Oswald Avery, a Rockefeller Intézet mikrobiológusa 1933-ban elkezdi foglalkozni Griffith-nek egy néhány évvel korábban született rejtélyes kísérleti eredményével. Griffith egy baktériumtenyészet főzött, elölt kivonatával látszólag átvitte annak egyik örökletes tulajdonságát egy másik törzsrre. Avery azt a kérdést tette fel, hogy mi a hatóanyag ebben a kivonatban? Tizenegy éven át küzdött a problémával, mintaszerű precizitással, gondossággal, önkritikával, amíg megírta 1944-es, tudománytörténeti klasszikussá vált cikkét (Avery et al., 1944), amelyben bizonyítja, hogy a hatóanyag, a tulajdonságok átvivője, tehát feltehetően az örökítő anyag az először Miescher

által leírt DNS. Az ekkor már elég idős (67 esztendő) Avery nem volt ismeretlen újonc, cikkét jó helyen közölte, azt senki nem vitatta, mégsem keltett szenzációt. Az idő, úgy látszik még nem érett meg e felfedezésre, és Avery a – szinte minden tudománytörténetész szerint – nagyon megérdemelt Nobel-díjat nem kaphatta meg, elhunyt, mielőtt vitathatatlanságú jelentőségű felismerését érdeme szerint méltányolhatta volna a tudományos világ.

A DNS öröklési anyagként való általános elfogadatása végül is – 7 évvel később – egy Alfred Hershey által elvégzett (és megérdemelt Nobel-díjjal honorált), szintén klasszikus kísérletnek köszönhető.

A történet következő, döntő fordulata, amelyet sokan – pl. a Time magazin – az évszázad, sőt talán minden idők legfontosabb tudományos felfedezésének tekintenek, 1953-ban történik, és két „enfant terrible” (vagy, Erwin Chargaff szerint: „scientific clown”) nevéhez fűződik. A 25 éves, irritálóan pimasz, huligánosan viselkedő, botrányhős ifjú, az amerikai James Watson és a harsány, mindenki hasába lyukat beszélő, mindent jobban tudó, túlkoros doktorandusz, az angol Francis Crick (akit senki sem látott még szerénynek) megfejtji a DNS-szerkezet titkát. Pontosabban: mások (Wilkins, Franklin és Pauling) kísérleti adatainak, eredményeinek felhasználásával addig spekulálnak (főleg a „Sas”-hoz címzett Cambridge-i kocsmában), amíg kidolgoznak egy esztétikailag is tökéletes, egyszerű szerkezeti modellt, amely azon felül, hogy összeegyeztethető valamennyi kísérleti adattal, egyben lehetséges magyarázatot kínál az öröklési anyag legfontosabb biológiai tulajdonságaira (Watson és Crick, 1953). A szerkezet alapján könnyen elképzelhető, hogyan történik az öröklési anyag megkettőződése, lemásolódása, illetve az örökletes információ raktározása, majd átadása a fehérjék szerkezetének kialakításához.

A következő negyedszázad a molekuláris biológiai világhódoló korszakának, megszállásának kora, amelyben a DNS-szerkezeti modell által kínált lehetőségek tartalommal telnek meg. Megismerjük biokémiai és biofizikai részleteiben mindazokat a folyamatokat, amelyeket a modell megsejteni engedett. Watson és Crick kulcsfontosságú szereplők ebben a fejlődési szakaszban is. Crick munkássága döntő a genetikai kód megfejtésében, míg Watson a DNS és a fehérje közötti közvetítő, a messenger-RNS felfedezésében és a fehérjeszintézis mechanizmusának tisztázásában játszik fontos szerepet. Nem mellékesen: a modell helyességének – noha azt szinte azonnal elfogadta a tudományos világ – egyértelmű kísérleti igazolása csak húsz évvel annak első közlése után, 1973-ban történt meg.

A történet következő hőse, a laboratóriumi, manuális munka fanatikus szerelmese, a fáradhatatlan analitikus, a tudománytörténet egyetlen kétszeres kémiai Nobel-díjasa: Fred Sanger. Az élővilág három legfontosabb molekulatípusa, az információs makromolekulák, azaz a fehérjék, az RNS-ek és a DNS-ek. Mindhárom molekulatípus szerkezetmeghatározásának legjobb módszerét Fred Sanger dolgozta ki. Pontosabban: Sanger csak a primer szerkezet, a szekvencia meghatározásával foglalkozott. Mindhárom makromolekula szerkezetének alapja ugyanis az, hogy egyszerűbb alkotórészek – aminosavak, illetve nukleotidok – lineáris egymáshoz kapcsolódásával épülnek fel, és a szerkezetfelderítés lényege e kapcsolódási sorrend megismerése. Sanger 1958-ban, negyvenévesen kapta első Nobel-díját a fehérje szekvenciameghatározási módszerért és az első fehérje, az inzulin szerkezetének felderítéséért. A hatvanas években dolgozta ki az RNS-szekvenálás hatékony eljárását, majd 1975-ben az első DNS-szekvenálási módszert (Sanger és Coulson, 1975). Három évvel később, csapatával meghatározta az első

teljes genomszekvenciát (egy kis bakteriofág 5376 nukleotid hosszúságú DNS-ét, Sanger et al. 1978), és 1980-ban, hatvankét évesen, másodszer járulhatott Stockholmba, hogy kezét fogjon a svéd királlyal.

Sanger módszere hallatlanul szellemes, viszonylag olcsó és előzményeihez képest rendkívül gyors, de azért egy kilencfős csapat két éves munkáját vette igénybe az első teljes genom szekvenálása (a teljesítmény: kb. 300 nukleotid/kutatóév). Érthető, hogy ekkoriban még senki sem gondolt arra, hogy elérhető közelségben volna a közel milliószor nagyobb emberi genomszekvencia megfejtése (A Sanger-csapat eredményét extrapolálva ez tízmillió kutatóévet vett volna igénybe). Módszertanilag ennek legfontosabb feltétele akkor teljesült, amikor – elsősorban egy testvérpár, Tim és Mike Hunkapillar fejlesztőmunkájának köszönhetően – elkészültek, majd 1986-ban piacra kerültek az első automatikus szekvenáló készülékek. A nyolcvanas évek közepétől egyre többen vetették fel, hogy elvileg megvalósítható a teljes emberi DNS-szekvencia megfejtése, és érdemes volna megszervezni egy ilyen programot. Az ötlet igen jelentős ellenállásba ütközött – a tudományos közösségen belül is –, és természetesen az is nyilvánvaló volt, hogy méretei, pénz-, és szervezeti igényei miatt nagyszabású állami támogatás nélkül elképzelhetetlen a kivitelezése, vagyis megvalósulása nemcsak tudományos, hanem vaskosan politikai kérdés is. A program kialakulásának története tehát – miként a két másik, hasonlóan nagyszabású amerikai program, az atombombához vezető „Manhattan” és a holdraszállást megvalósító „Apollo” tervé – rendkívül tanulságos és érdekes, de ennek részleteibe itt nem mehetünk bele (az érdeklődő olvasónak Cook-Deegan „Gene Wars” című könyvét ajánlom). Tény, hogy – elsősorban néhány Nobel-díjas tudós, Watson, Dulbecco, Gilbert erőfeszítései, hatékony lobbizása és a szerencsés történelmi



konstelláció (a hidegháború megnyerése és a szovjet fenyegetés megszűnte) eredményeként – az amerikai kongresszus áldását adta a 15 évre és 3 milliárd dollár összköltségre tervezett programra, amely ténylegesen 1990. október elsejével indult el. Első vezetőjévé James Watsont nevezték ki. Noha Watson a „derék Jim” korszak óta (így nevezte magát botrányt keltő, világsikerű könyvében a „Kettős spirál”-ban) már „nagy Öregg” szelídült, azért éles nyelvéből, szókimondásából és független szelleméből megőrzött annyit, hogy hamarosan összezördült kormányzati főnökeivel, és 1992-ben lemondott, átadta az irányítást Francis Collinsnak.

A HGP-hez (Human Genome Program) később a többi, jelentősebb tudományos hatalom (Nagy-Britannia, Németország, Franciaország, Japán és Kína) is csatlakozott, és az a következő években menetrendszerűen, sőt némileg a tervezettnél gyorsabban haladt előre a maga útján. Erről az útról – anélkül, hogy a technikai részletek tárgyalására kitérnénk – annyit feltétlenül meg kell említeni, hogy (noha a vezetők számos részletkérdésben vitatkoztak egymással) abban teljes volt az egyetértés, hogy csak a „felülről-lefelé (top to bottom)” stratégia követhető. Mit jelent ez? A Sanger-féle szekvenálási technikával egy kísérletben mintegy 500 nukleotid hosszúságú DNS szakasz szekvenálása határozható meg. Ez így volt a módszer kidolgozása idején, és a helyzet azóta sem változott. A modern automaták a meghatározást sokkal gyorsabbá és pontosabbá teszik, továbbá nagyszámú minta párhuzamos és egyidejű meghatározását tudják elvégezni, de egy „futás” mindig csak kb. 500 nukleotid sorrendjét adja meg. Mivel a teljes emberi DNS lényegében 3 milliárd nukleotid lineáris sorrendjét jelenti, nyilvánvaló volt, hogy mielőtt bármiféle szekvenciameghatározás elkezdődhetne, előbb ezt a 3 milliárdos sort kell kisebb egységekre felosztani, azon ori-

entációs pontokat keresni, azok egymáshoz viszonyított helyzetét meghatározni, vagyis a nukleotidok tengerét fel kell térképezni. Felülről lefelé haladva, a legkülönbözőbb genetikai és biokémiai technikákkal egyre nagyobb felbontású, egyre pontosabb térképeket kell készíteni. A program stratégiai vezetői úgy döntöttek, hogy a térképezés finomításának az legyen a végcélja, hogy legalább minden 100 000 nukleotidnál legyen egy fixen meghatározott térképpont (azaz összesen legalább 30 000 pont), és csak ezután, e térkép birtokában lehet elkezdni a tulajdonképpeni szekvenciameghatározást. A program teljes első félidejében tehát lényegében még csak térképezés folyt. (Ezzel kapcsolatban érdemes megjegyezni, hogy ezért téves és félrevezető az a sajtóban és a tömegkommunikációban elterjedt megfogalmazás, hogy 2000. június 26-án az emberi géntérkép elkészültét jelentették be. Emberi géntérkép – bár igen kis felbontású – létezett már a genomprogram kezdete előtt is, a program első félidejében ezt egyre finomították, de a legnagyobb felbontású, legpontosabb térkép sem azonos a szekvenciával, annál nagyságrendekkel kevesebb információt tartalmaz. Ha a genom nukleotidsorrendjét, információtartalmát szöveghez hasonlítjuk, akkor ez mintegy 2000 vaskos kötetnyi könyvtár lenne. A térkép e könyvtár katalógusa, illetve a kötetek tartalomjegyzékeinek összessége, míg a szekvencia maga a szöveg).

Amikor a kívánt felbontású térkép elkészült, és a program vezetői azon kezdtek vitatkozni, hogy milyen stratégiával célszerű elkezdni a tulajdonképpeni szekvenciameghatározást, a történet drámai fordulatot vett egy új szereplő fellépésével. Craig Venter, akit sokan hasonlítottak az amerikai mitológia kedvenc hőséhez, a kocsmaajtót berúgó, csípőből tüzelő magányos cowboyhoz, kétségtelenül megfelel a tömegmédiák modern ideáljának. A középiskolából kima-

radt, csak Porschével közlekedő, kemény individualista háborús veterán, aki fellázad az intézményes tudomány ellen, és miután nem nyer támogatást kutatási programjavaslatára, otthagyja állását, és magánvállalkozást alapít annak kivitelezésére, sőt azt sikerrel meg is valósítja – maga a megtettesült „amerikai álom”.

Ez a program: az első önálló élőlény, egy baktérium (*Haemophilus influenzae*) teljes, mintegy 2 millió nukleotid hosszúságú DNS szekvenciájának meghatározása egy újszerű, „alulról felfelé (bottoms up)” stratégiával. A dolog lényege az, hogy Venter semmiféle térképezést nem végzett. A baktérium DNS-ét véletlenszerűen hasogatta átlagosan mintegy 2000 nukleotid hosszúságú darabokra, és ezen darabok végeit (azaz 500-500 nukleotidot) szekvenálta véletlenszerűen, ahogy jöttek. A teljes lefedettséghez minimálisan szükségesnél kb. tízszer több szekvenálást végzett, és e redundáns, egymást nagyrészt átfedő szekvenciaelemekből egy új számítógépes program segítségével állította össze a teljes szekvenciát (Fleischmann et al, 1995).

Meg kell jegyezni, hogy a véletlenszerű, redundáns szekvenálást már korábban Sangerék is alkalmazták, kisebb, vírus DNS-ek esetében. Venter újítása az volt, hogy nagyságrenddel nagyobb feladatot végzett el így igen alapos előzetes tervezéssel, matematikai megalapozottsággal, számos fontos technikai újítással és igényes új szoftverrel. Ez 1995-ben történt. Noha az eredmény általános elismerést keltett, ekkor még senki – valószínűleg maga Venter sem – gondolt arra, hogy ez a stratégia használható lehet a Humán Genom Programban is. Egyrészt azért, mert a két feladat között mennyiségileg több mint három nagyságrend a különbség, és e stratégia nehézségei a DNS méretével nem lineárisan, hanem exponenciálisan nőnek. A fő akadály azonban nem ez, hanem az a tény, hogy míg a baktérium DNS

lényegében teljes hosszában egyedi szekvencia, addig az emberi DNS-nek több mint a felét ismétlődő (repetitív) DNS-szekvenciaelemek teszik ki. Ezek lehetnek több milliós nukleotidra kiterjedő génduplikációk; több ezer nukleotid hosszúságú szakaszok több száz, sőt több ezer példányban; illetve rövid, mindössze néhány nukleotid hosszúságú, viszont többszázezer példányban előforduló szekvenciaelemek. Ezek jelenléte – a legtöbb szakértő szerint – teljesen kilátástalanná tette volna a tisztán véletlenszerű szekvenáláson alapuló stratégia sikerét.

Ezért okozott sokkot a szakmai közvéleményben, amikor Venter – 1998 elején – bejelentette, hogy saját, „alulról felfelé” stratégiájával magánvállalkozásban, a „hivatalos” program költségének egytizedéért és harmadannyi idő alatt befejezi az emberi DNS szekvenálását. A bejelentést éles, olykor kifejezetten durva hangú vita követte, kölcsönös vádaskodással, amely azonban annyiban hasznosnak bizonyult, hogy megnövelte a „hivatalos” program támogatási szintjét (igen jelentős összeggel a Wellcome Trust), és erőteljesen felgyorsította azt. Venter viszont, miután egymilliárd dollár tőkét gyűjtött vállalkozásához csatasorba állítván 300 legmodernebb szekvenáló automatát (á' 300 000 dollár) és a világ legnagyobb teljesítményű szuperkomputerét, hozzáfogott a munkához.

Amikor (2000. június 26-án) Craig Venter és Francis Collins (a „hivatalos” program vezetője) mosolyogva kezelt ráztak egymással, hogy közös sajtóértekezleten jelentsék be a feladat lényegi megoldását, befejeződését, az inkább a két fél kibékítésén a színpalak mögött fáradhatatlanul dolgozó tudománypolitikusok diplomáciai diadala volt, mint valódi tudományos határhő, hiszen a „lényegi” befejeződést ugyanígy jelenthették volna egy hónappal előbb vagy hárommal később. Ezzel nem akarom a dolog jelentőségét bagatellizálni, hiszen az eredmények –

újabb diplomáciai tárgyalások eredményeként – egyidőben, de egymástól függetlenül 2001 februárjában közlésre kerültek a Nature és a Science hasábjain, és befejezetlenségük ellenére is óriási hatást gyakoroltak a biomedicinális tudományok és alkalmazásaik egészére (International Genome Sequencing Consortium, 2001, Venter et al, 2001). A két csapat eredményeit – az eltérő metodikák miatt – nehéz közvetlenül összehasonlítani. Adatszerűen az alábbi táblázat illusztrálja a különbségeket, a független elemzők többsége azt mondja, hogy a mérkőzés eredménye döntetlen.

Talán azt lehetne mondani, hogy a „hivatalos” szekvencia lefedettsége valamivel nagyobb, a hézagok mérete kisebb (noha a számuk nagyobb), viszont – némileg meglepően – a „magán” szekvenciában kevesebb az orientációs hiba. Mindkét szekvencia tényleges véglegesítése minden bizonnyal további, többéves munkát igényel. Igen nehéz feladat lesz még a voltaképpeni szekvenciaanalízis befejezése, a több mint száz-ezer lyuk befoltozása, a hibák kijavítása (az elkészült és publikált szekvenciáknak csak mintegy egyharmada tekinthető a kívánalmaknak megfelelően pontosnak és megbízhatónak, kétharmada még átfésülésre, javításra szorul), a legfőbb probléma azonban az úgynevezett annotáció, azaz a kész szekvencián a funkcionális elemek kijelölése, az

egyedek határainak megállapítása.

Az elkészült szekvencia felhasználásnak, alkalmazásának lehetőségeiről, a biológiai tudomány fejlődése szempontjából fontos következtetésekről e szám többi cikke fog képet adni, itt csak néhány – többé-kevésbé meglepő – eredmény ismertetésére szorítkozom.

A legérdekesebb, hogy az ember géneinek száma minden bizonnyal 30-40 000 között van. Ez a szám jóval kisebb, mint a korábban általánosan elterjedt 70-100 000 közötti becsült érték, és alig kétszerese a kevesebb, mint ezer sejtből álló kis fereg, a Caenorhabditis elegans génszámának. E látszólag paradox eredmény minden bizonnyal azt jelenti, hogy tankönyveink génfogalmát át kell értékelnünk, és nagyobb jelentőséget kell tulajdonítanunk azoknak az (egyébként már ismert) mechanizmusoknak, amelyek ugyanazon DNS szakaszokról többféle módon teszik lehetővé az átírást és a fehérjeszintézist („alternatív splicing”).

Már szó esett korábban a repetitív szekvenciaelemekről, ezek léte nem újdonság. Az viszont meglepő volt, hogy milyen nagy helyet foglalnak el az úgynevezett „ugráló gének”, a helyváltoztatásra képes genetikai elemek. Egy hasonlat szerint a 30-40 000 aktív, működő gén mintegy szigetekként úszik az inaktív, valamikor helyzetét változtatni képes genetikai elemek tengerén. Ezek

A két csapat eredményének összehasonlítása

**Celera (Venter)**

27 272 millió bázis nyers szekvencia

2 654 millió bázis  
közelítően pontos szekvencia

-

a teljes genom 83 %-a

39 100 gén

116 000 hézag

**HGP (Collins)**

23 147 millió bázis nyers szekvencia

2 692 millió bázis  
közelítően pontos szekvencia  
ebből 842 millió bázis végleges

a teljes genom 84 %-a

31 800 gén

150 000 hézag

az elemek viszont valóságos tárházai az emberiség őstörténetére és evolúciójára vonatkozó információknak. További meglepő tény (bár ezt egy azóta megjelent közlemény kétségbe vonja) több száz olyan gén jelenléte, amelyekhez hasonló (homológ) géneket baktériumokban találtak, viszont más, magasabbrendű állatokban nem. Ebből arra következtettek, hogy ezeket a gének nem az evolúció során, állati őseinkből kerültek az emberi genomba, hanem úgyneve-

zett „horizontális géntranszfer” útján, közvetlenül a baktériumból jutottak be oda.

A következő években a biológiai tudományok legérdekesebb, a figyelem középpontjába kerülő új megismerései nyilván az Élet Könyvéből kiolvasott új információk lesznek.

---

Kulcsszavak: *DNS – genetika – szekvencia-meghatározás – géntérkép – Humán Genom Program*

---

#### IRODALOM

- Avery, O. T. et al. (1944) Studies on the Chemical Nature of the Substance Inducing Transformation of Pneumococcal Types. *J. Exp. Med.* 79, 137-158
- Cook-Deegan, R. (1994) *The Gene Wars*. W. W. Norton&Co. New York-London
- Fleischmann, R.D. et al. (1995) Whole-genome random sequencing and assembly of *Haemophilus influenzae* Rd. *Science*, 269, 496-512
- Hunter, G. K. (2000) *Vital forces*. The Discovery of the Molecular Basis of Life. Acad. Press, NY-London
- International Human Genome Sequencing Consortium (2001) Initial sequencing and analysis of the human genome. *Nature*. 409, 860-921
- Ridley, M.(2000) *Genome*. Perennial Press, New York-London
- Sanger, F. and Coulson, A. R. (1975) A Rapid Method for Determining Sequences in DNA by Primed Synthesis with DNA Polymerase. *J. Mol. Biol.* 94, 441-448
- Sanger, F. et al. (1978) The Nucleotide Sequence of Bacteriophage  $\phi$ x174. *J. Mol. Biol.* 125, 225-246
- Venter, J. C. et al. (2001) The Sequence of the Human Genome. *Science*, 291, 1304-1351
- Watson, J. D. and Crick, F. H. C. (1953) A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid. *Nature* 171, 737-738



# A GENOMIKA KÖLCSÖNHATÁSAI A MEDICINÁVAL ÉS AZ EGYETEMES TUDOMÁNNYAL

Kosztolányi György

egyetemi tanár, az MTA levelező tagja, Pécsi Tudományegyetem,  
Orvosi Genetikai és Gyermekejlődéstani Intézet – gyorgy.kosztolanyi@aok.pte.hu

Az elmúlt évtizedek folyamatos biotechnológiai fejlődése a XX. század végére ugrásszerű változáshoz vezetett a biomedicinában. Ennek konkrét produktuma kétségtelenül az ember genetikai állományának, bázissorrendjének gyakorlatilag teljes feltárása. Sokak szerint ez az emberi megismerés legnagyobb kincse, aminek bejelentése egyedülálló szakaszhatár a tudomány történetében. Elérhető lehetőséggé vált, hogy molekuláris szinten értelmezni lehessen az ember minden biológiai, testi, szellemi tulajdonosságát, az emberi populáció tagjainak egyediségét, a populáción belüli variabilitást, a betegséghez vagy halálhoz vezető hajlamot. Noha a bázisszekvencia, a szervezet felépítését és működését irányító gének megismerése (és ebből adódóan vizsgálhatósága) önmagában még nem jelenti azt, hogy tisztázódik a normális és kóros folyamatok mechanizmusa is, a genom feltárása megnyitotta az utat a patomechanizmusok hibás kód felől induló kutatása (funkcionális genomika), illetve a kódoló rendszerbe való beavatkozás (génterápia) előtt is.

Szerencsétlen módon a biotechnológiai fejlődés némileg eltorzult formában jelent meg a köztudatban, s mindenekelőtt a klónozás, az ember mesterséges előállítás, a génmanipuláció (rém)képével vált ismertté. Ahogy ez lenni szokott, a borzongást keltő szenzációs hírek elfedik a valós értékeket,

egyrészt túlzott elvárásokat, másrészt indokolatlan félelmeket keltenek. Ugyanakkor a szakemberek gyakran a helyzet nem kellő súlyú kezelését kénytelenek észlelni – sajnos nemcsak a szakmán kívüli körök oldaláról. Ezért nem felesleges mindjárt a tanulmány elején kísérletet tenni arra, hogy meghatározzuk: *mi is az orvosi genetika?*

Az orvosi genetika a genom veleszületett és szerzett rendellenességeivel foglalkozó orvosi tudomány, amelynek célja – a veszélyeztetett egyének/családok korai identifikálása és a genetikai ártalom pontos diagnosztizálása nyomán – a genetikai károsodás kialakulásának, patomechanizmusának kutatása, populációs előfordulásának, családon belüli ismétlődésének megelőzése és lehetséges terápiaja, végső soron az emberi genom védelme.

Az orvosi genetika (amely nem egészen azonos fogalom sem a humángenetikával, sem a klinikai genetikával) számos egyéb mellett két vonatkozásban markánsan különbözik minden más orvosi diszciplínától:

- az orvosi genetika *transzgenerációs jellegű*: korábbi generációkat elemmez az öröklődés szabályszerűségei szerint, s döntései a jövő generáció érdekében születnek;
- szemben a tradicionális orvosi tevékenységgel, amely az emberek betegségekkel szembeni rizikóit egyenlőnek definiálja, a genetikus a populáció egyedeit a *genetikai*

*variabilitás* talaján elemzi, amely szerint mindenkinek egyéni kockázata van.

Jelen rövid összeállítás célja az, hogy néhány önkényesen kiragadott gondolattal rávilágítson a genomikai (molekuláris szintű genetika) ismeretek valós jelentőségére, arra, hogy ez nemcsak a biomedicinában, hanem az egyetemes tudományban is korszkos jelentőségű, s hogy továbbgondolkodásra készítsen a vélt veszélyek, torzult ítéletek helyes értelmezése érdekében.

### *1. Az orvostudomány általános elvi alapjait érintő vonatkozások*

#### *1.1. Betegségekhez vezető tényezők: genetikai vs. környezeti okok*

A betegségek előidézésében a környezeti és genetikai okok részesedésének arányáról koronként változott az elképzelés. A múlt század első kétharmadában viszonylag nagyobb jelentőséget tulajdonítottunk a környezeti ártalmaknak (mikrobiális fertőzések, táplálkozás, foglalkozási ártalmak), s nem vettük figyelembe kellő mértékben az egyéni hajlamot. A genetikai ismeretek növekedésével változott az arány, s megjelent a minden – vagy csaknem minden – rendellenességet, betegséget génjeink hibáival magyarázni próbáló túlzó szemlélet. A túlgenetizáció – amellyel, hogy tudományosan helytelen – veszélyes is lehet: felmentheti a felelősség alól mind az egyént, mind a társadalmat („a baj meg van írva a sors könyvében”).

Paradox módon éppen a genomikai ismeretek szolgáltatott adatokat a túlgenetizáció tarthatatlanságára. Voltaképpen ide sorolható az az adat is, hogy az ember génjeinek száma (mintegy 30 ezer) kevesebb, mint amit akár két évvel ezelőtt is gondoltunk, s alig több, mint a muslicáé vagy egéré. Az a végtelen variáció, ami az emberi populáció tagjait jellemzi, meglepően kevés gén ellenőrzése alatt áll. Ez egyrészt gének közti

kölcsönhatásra, másrészt gén – környezeti interakciókra utal.

A túlgenetizáció egyedfejlődésre vonatkoztatott egyik eltorzult hajtása az a nézet, miszerint a klónozással, időben elcsúsztatva, az egyed teljes identitásában megismételhető (a bulvársajtó nyelvén: Frankensteinek, Hitlerek vagy éppen Einsteinek stb. újra „előállíthatók”). Ez azonban nem lehetséges. A szülői ivarsejtek egyesülése a keretét, lehetőségét adja csak meg az új egyed kifejlődésének, az azonban, hogy a genetikai információhalmazból mi fog megvalósulni, az aktuális „kortárs” környezeti hatások függvénye.

A túlgenetizációval szemben felhozható érv az is, hogy a genetikai állomány korántsem olyan stabil, mint hittük (lásd később), s hogy a környezet jelentős mértékben meghatározza a genom aktuális állapotát. A genetikai program adott környezetben, annak függvényében fog realizálódni. A környezet már a méhen belüli magzati életben meghatározza azt, hogy az egyén milyen irányban fejlődjön, míg később, az élet során jelentős mértékben befolyásolja az „egészséggel” jelzett egyensúlyt vagy a betegség megjelenését. A gének bázissorrendjének elemzéséből megtudtuk, hogy egy „normálistól” való eltérés a szekvenciában nem jelenti azt, hogy a betegség biztosan bekövetkezik (betegségokozó mutáció vs. polimorfia), ez a környezet provokációjától is függ. A polimorfizmusok vizsgálhatóságával konkrét tartalommal töltődött meg a betegségekre való hajlam fogalma, s ennek nyomán konkretizálódni fog a környezeti faktorok betegségokozó szerepe is. Megjelennek majd egyedi igények a diétában, mikrokörnyezetben, gyógyszerelésben (farmakogenomika), s a prevenció új alapokra kerül azáltal, hogy a környezet betegségokozó veszélye individualizálható lesz (dohányzás, alkohol, táplálkozás, egyes gyógyszerek stb. káros hatását egyénre jellemző módon lehet majd megadni).

### 1.2 A genom (in)stabilitása

A genetika klasszikus értelmezésében a gének két stabil állapotban, a vad típusban vagy mutáns formában léteznek. Tudjuk ma már, hogy valójában ez nem így van. A gének számos (néhányek igen nagy számú), kifejeződésükben élesen el nem különülő allél formájában jelennek meg. A molekuláris szintű genetikai ismeretek tartalommal töltötték meg a génmutáció fogalmát. A mutáns gén hibás működésének hátterében egyetlen vagy néhány bázis hiánya, cseréje éppúgy állhat, mint teljes exonok deléciója, génszúrlások inverziója, áthelyeződése, vagy éppen bázisok megsokszorozódása. Genom szintű fogalommal jelölünk ma már egy egész betegségcsoportot is: a triplet-repeat expanziós betegség alatt olyan ideg-izom degenerációval járó, tíznél is több kórképet értünk, amelyekben bázishármasok spontán megsokszorozódása áll génmutációként a tünetek hátterében.

Vannak olyan gének, amelyek duplikálódásuk folytán okoznak betegséget (pl.: PMM-22 gén Chercot-Marie-Tooth 1A típust). A közelmúltban arról értesülhettünk, hogy a myelinizációs szerepet játszó proteolipid protein-gén, amelynek mutációja Pelizaeus-Merzbacher betegséget okoz, oly módon is betegségek okozója lehet, hogy a duplikálódott kópia nem az adott lókuszon belül, hanem távoli genomszakaszon jelenik meg, újabb bizonyítékát adva a genom instabilitásának (szerzők a genom „folyékonyaságáról” beszélnek). A betegségek okozó génmutációk diagnosztizálásában ezek szerint nem elég az adott génszakasz szekvenciája, hanem szükséges a géndózis meghatározása, sőt, szükség lehet a genom szerveződésének vizsgálatára is (strukturális genomika). Ez egyébként már átvezet a fehérje aminosavszekvenciával, ill. háromdimenziós szerkezetének meghatározásával foglalkozó kérdésekhez (proteomika).

Ha mindehhez hozzávesszük az élet során szerzett szomatikus mutációkat, ill. azokat a molekuláris módszerekkel megismert mutációtípusokat (genomikus imprinting zavar, uniparentális diszómia), amelyek kialakulásában epigenetikai tényezők vagy transzgenerációs kéreltetés játszik szerepet, akkor megállapíthatjuk, hogy a humán genom korántsem statikus, merev rendszer, hanem sokkal inkább egy, a környezettel dinamikus kapcsolatban álló, egyensúlyi állapotát folyamatos önszabályozással fenntartani képes szerveződés.

### 1.3. Paradigmaváltás: kuratív vs. prediktív medicina

A genomika ugrásszerű változást hozott a mindennapos orvostudományban azzal, hogy gyökeresen új utat nyitott (divatos fordulattal: paradigmaváltást hozott) a gyógyító-megelőző tevékenységben. Szemben a tradicionális orvosi paradigmával, amikor betegségi tünetek, panaszok felől történik a baj okának megközelítése, a genom szintű vizsgálati lehetőség alapot nyújt arra, hogy a rendellenességeket már azok jelentkezése előtt kiderítsük a kiváltó ok feltárása – s nem a tünetek számba vétele – révén. Vagyis: a beteg egyén nem a tünetek miatt, gyógyulás reményében megy majd (sokszor túl későn) az orvoshoz (*kuratív medicina*), hanem azért, mert tudja, hogy neki az *egyéni kockázata* folytán ilyen vagy olyan betegségtől kell tartania, s azt szeretné megelőzni. Az egészségmegőrző tevékenység így lényegét tekintve gyökeresen más hangsúlyokat kap: egészséges egyénekre irányul, s a vizsgálati leletek a jövő kockázatát jelentik meg (*prediktív medicina*), valódi preventív lehetőségeket kínálva. Genetikai tesztek révén már az egyed születése előtt megtudhatók rendellenességei (*prenatális diagnózis*), vagy diagnosztizálhatók öröklött betegségei (*preszimptomás diagnózis*) vagy „szerzett” betegségekre való hajlama (*prediktív tesztelés*),

jóval a tünetek jelentkezése előtt. A genetikai állományról közvetlen információt nyújtó vizsgálati leletek révén az eddiginél pontosabb, az elsődleges okot megjelenítő diagnózisok születnek, ezáltal a *genetikai tanácsadás, prognózisbecslés* az eddiginél pontosabbá válhat.

## 2. A genomika hatása a gyakorlati orvostudományra

### 2.1. A genotípus-fenotípus összefüggés új aspektusa

A genom szintű vizsgálatok máris számos olyan adattal szolgáltak, amelyek átrendezik a hagyományos orvosi taxonómiát; a fenomenológiára, deskriptív, passzív megfigyelésre, vagy másként a fenotípus jellegzetességeire épülő fogalmainkat. A fenotípusra vonatkozó eddigi ismereteinket felül kell vizsgálni, ki kell egészíteni, s a genomot jellemző pontos és precíz adatok mellé hasonlóan pontos és precíz fenotípusbeli adatokat kell helyezni. Könnyen belátható ugyanis, hogy a legkifinomultabb technika is téves eredményre vezethet, ha pl. nem pontosan összeállított betegcsoportokon kerül alkalmazásra. Az új genetikai paradigma akkor tud majd átütő sikert hozni, ha tudományos igényességgel folytatott tradicionális klinikai tevékenységgel társul. Paradox módon a genomikával felértékelődött a fenotípus hagyományos eszközökkel való értékelésének szerepe.

Ennek egyre több példáját lehet látni. Pl. a Prader-Willi szindróma alacsony termet, elhízás, a nemi szervek infantilizmusa és szellemi elmaradás tünetegyüttesel jellemezhető. Kiderült, hogy a szindrómát a 15-ös kromoszóma egy kicsiny régiójának itt most nem részletezett, komplex rendellenessége okozza. A fenotípusbeli rendellenesség mellé tehát egy konkrét vizsgálattal alátámasztható, genom szintű rendellenesség került, s ez új helyzetet hozott. Lehetővé vált, hogy

újszülött korban is el lehessen dönteni a felmerült kérdést, amikor a klasszikus tünetek még nem, vagy alig kifejezettek. Megtudtuk, hogy a 15-ös kromoszóma típusos rendellenessége olyanokban is kimutatható, akik nem mutatják a típusos fenotípusbeli eltéréseket. A Prader-Willi szindrómára jellemző genetikai hiba tehát olyanokban is jelen van, akik nem mutatják a szindróma jellemző tüneteit. Azaz: nincs teljes átfedésben a fenotípuson alapuló diagnózis a rá jellemző genotípussal.

A genotípus-fenotípus összefüggések magasabb szinten való újraértékelésének több vonatkozásban is igen nagy jelentősége van, hiszen segíthet a genetikai heterogenitásból adódó számos tisztázatlan, gyakorlati szempontból igen jelentős kérdés megválaszolásában. Mind az allélikus heterogenitásból (egy génlókusz mutációi eltérő klinikai képet okoznak), mind a lókusz heterogenitásból (egyféle vagy hasonló klinikai kép hátterében különböző lókuszok mutációi állhatnak) adódó nehézségek csak olyan adatok segítségével oldhatók meg, amelyek tudományos igényességgel folytatott genotípusbeli elemzésekből születnek.

### 2.2. A genetika omnidiszciplináris jellege

Az emberi genom megismerése abban is lényeges változást hozott, hogy az orvosi genetika célcsoportjait jelentő veleszületett fejlődési rendellenességek, öröklődő betegségek mellett vizsgálhatóvá és lelettel alátámaszthatóvá vált az egyén élete későbbi szakaszában jelentkező betegségekre (szív-érrendszeri zavarok, daganatok, asztma, allergia, diabetes, pszichózisok stb.) való hajlam is (*genetikai fogékonyság*), amire eddig csak a családi halmozódásból következtethettünk. Az ún. poligénes betegségekből – szemben a másik két fő csoporttal, a monogénes, ill. kromoszomális rendellenességekkel – a közelmúltig nem volt lehetőség arra, hogy laboratóriumi módszerekkel vizsgáljuk,



kimutassuk a poligének hibáját; ez a fogalom epidemiológiai adatokkal alátámasztott hipotetikus modellként került megfogalmazásra. A postgenomikus időszak áttörését az jelenti, hogy a hajlamosító génekből egyre több válik ismertté és vizsgálhatóvá. Ha ma, pl. az asthma, hypertonia betegség, vagy kövérség, zöldhályog háttérben álló genetikai hajlamlról beszélünk, már betegségenként tíz-tíz génre gondolunk. Ezek az ismeretek egyelőre nem jelentenek diagnosztikus értékű támpontot, s prediktív jelentőségük is csak korlátozott, mégis rendkívül fontosak abból a szempontból, hogy rámutatnak azokra a kandidáns génekre, amelyeknek tanulmányozása elvezethet az illető kórkép patomechanizmusának feltárására, s ezen keresztül kezelési lehetőségek kimunkálására.

Ez a bővülő lehetőség azt jelenti, hogy a genetika nem szorítkozik a fejlődési rendellenességekre vagy mendelian öröklődő ritka betegségekre, hanem bevonult a felnőttkorban manifesztálódó gyakori betegségekkel foglalkozó szinte valamennyi orvosi diszciplína eszköztárába. A genetika interdiszciplináris tudományból omnidiszciplináris lett.

### 2.3. A genetika népegészségügyi jelentősége

Nemcsak az előző szakaszban említett vonatkozások révén vált a genetika népegészségügyi jelentőségű tudománnyá. A poligénesen determinált gyakori betegségek mellett a monogénes rendellenességekhez vezető mutációkat is más megvilágításba helyezték a molekuláris genetikai vizsgálatok.

A klasszikus mendeli öröklődés szabályai szerint autoszomális recesszív génmutációk csak homozigóta egyéneknél okoznak tüneteket. Tudjuk ma már, hogy néhány gén recesszív hibája fenotípusbeli eltérést okoz akkor is, ha csak az egyik lókuszon van jelen. Így a homozigótában izolált növekedési hor-

monhiányt okozó GH-1 génmutációt heterozigóta formában hordozó egyének átlagos magassága szignifikánsan kisebb, mint a normális homozigótáké, anélkül, hogy ki lehetne mutatni növekedési hormonhiányt. Vagy: a homozigóta konstellációban Stargard-féle látóideg degenerációt, súlyos fiatalkori csökkentlátást okozó génhiba heterozigóta állapotban időskori látásromlást eredményezhet. Connexin 26 gén mutációja, ha mindkét allélon jelen van (homozigóta állapot), veleszületett süketességgel jár, viszont heterozigóta formában időskori csökkent hallásra hajlamosít.

Általánosítva: recesszív öröklődésű monogénes betegségeket okozó mutációk heterozigóta formában sem ártalmatlanok, s vagy fokozott betegséghajlomot jelentenek az egyénnek, vagy olyan jelleget, ami meghaladja a populációs variancia normális határait. Ez egyúttal jelentősen kibővíti azok körét, akik egy gén hibája következtében betegségi tünetet mutatnak.

Ezek a genetikai tesztvizsgálatok kellő felkészültség esetén tömegmérésekben is alkalmazhatók, s *populációs szűrővizsgálatba* is bevonhatók. Az eddigi genetikai tevékenység, amely ritka, a népesség kis részét érintő (igaz: az egyént, családját jelentősen sújtó) rendellenességekre, betegségekre irányult, az új lehetőségek révén jelentős mértékben kibővül. Így az orvosi genetikai tevékenység népegészségügyi jelentőségű egészségmegőrző és életminőséget meghatározó tevékenységgé válik.

## 3. A genomika egyetemes tudománytörténeti jelentősége

### 3.1. Orvostudományi, biotechnológiai, technikai előfeltételek

Az orvostudomány nem csak profitál a genomikából. A molekuláris genetika fejlődését jelentős mértékben inspirálja az a készletelés, amely a gyakorló orvoslás felől irányul a ge-

netika felé. Jellemző módon az emberi genom bázissorrendjének megfejtése a leggyakoribb öröklődő betegségek génjei körüli régiókból indult, s e gócek közti szakaszok komplettálásával fejeződött be. A genomika és medicina közti kapcsolódás továbbra is kétirányú, mert a funkcionális genomika fejlődése nagymértékben függ a betegségek fenotípusának elemzésétől, fenomenológiai tételek megfogalmazásától.

A genomika más tudományágakkal is szoros kölcsönhatásban áll. A DNS vizsgálhatóságát, az emberi genom megismerését természetesen hosszú innovatív technikai, biotechnológiai fejlődés előzte meg. Az élővilágot irányító, ellenőrző genetikai kódrendszer, a kódrendszert hordozó anyagi struktúra feltárásához a biológiai módszerek mellett legalább ugyanannyira fontos fizikai, kémiai, műszaki, informatikai, matematikai kutatásra volt szükség. A genomikai módszerek lényegét jelentő DNS hibridizációhoz hallatlan precizitású, hajszálpontos hőmérsékletet és piko-dimenziókban is tévedhetetlen mennyiségeket garantáló műszerekre volt szükség, ráadásul olyan fokú automatizálásra, amely révén nagyszámú minta analízise rövid idő alatt elvégezhető. A genomika megjelenése kitünő példa az egyetemes emberi megismerés tudományágainak egymást inspiráló, egymást kiegészítő együttműködésére.

A technológiai, műszaki stb. társtudományok részvételét természetesen nem nélkülözhetik a postgenomikus időszak kutatásai sem. A DNS chip technológia, az *in situ* hibridizációt detektáló rendszerek, az egyre nagyobb számú adatot összefogni képes bioinformatikai igények – hogy csak néhány területet említsünk – továbbra is inspirálják a technikai, technológiai kutatás-fejlesztő szférát, ill. fordítva: ez utóbbi terület művelői továbbra is fogadóképes piacra számíthatnak a genomikai kutatás területén. S ekkor még nem is beszéltünk a terápiás célú „généseb-

szetről”, ami bizonyára újabb technológiai innovációt tételez fel. Mindezt kiegészítik az emberi reprodukcióval (*in vitro* fertilizáció, embrióklónozás, összejtudomány stb.) kapcsolatos igények és elvárások, amelyek ugyancsak szorosan kapcsolódnak a biotechnológiai lehetőségekhez.

### 3.2. A genomika gerjesztő hatása az etikai, jogi tudományokra

A prediktív medicina jövőbe vetülő szemlélete számos olyan etikai és jogi dilemmát vet fel, amelyekre a kuratív medicina nincs felkészülve. A *tünetekkel*/jelentkező betegen segíteni kell, egy *majdani betegség* rizikójának előrejelzése azonban időt hagy különféle megfontolásokra. Ezek a dilemmák egyelőre inkább csak kérdésekként fogalmazhatók meg. Mi a teendő egy egészséges egyénben észlelt, genom szintű eltérés észlelése esetén? Kik részesülhetnek a genetikai tesztelésben, milyen körre biztosítható a hozzáférhetőség? Szabad-e olyan tesztelést végezni, amely egyelőre kezelhetetlen betegségre irányul? Az egyed genetikai identitását meg tudhatja-e a munkáltató, a biztosító (ezekre a válasz viszonylag egyszerű), a családtag, a házastárs (a válasz nehezebb)? Milyen mélységben kell titkosságot biztosítani? Abszolút érvényű-e a genetikai diszkrimináció tilalma? Felléphet-e az orvos az egyén akarata ellenére preventív intézkedést javasolva, vagy a veszélyeztetettek (családtagok, környezet) érdekében? Egyáltalán: ki, mit, hogyan közölhet a beteggel? Ezek a kérdések gerjesztően hatnak az etikai és jogtudományok művelőire, s új normák, szabályzók megfogalmazására serkentenek.

Mértékadó nemzetközi szervezetek (UNESCO, WHO, EU) – egyebek közt – az orvosi genetika jogi és etikai kérdéseit az emberi méltóság oldaláról közelítik meg, ahhoz tartják magukat, hogy a kutatás vagy az ismeretek alkalmazása nem kerülhet előnybe az egyén alapvető szabadságjogai-

val szemben, tiszteletben tartják a genetikai adat védelmét garantáló speciális szempontokat, elutasítanak mindenfajta genetikai diszkriminációt.

Azzal együtt, hogy a szerző teljes határozottsággal vallja az etikai normák és az ezt követő jogi szabályozás szükségességét a genetika új lehetőségeinek alkalmazásában, nem hallgathatja el azt a nézetét, hogy az etikai megítélések némelyike túlzásokba téved, s az aggály aggályoskodásig fokozódik. Nem lenne jó, ha a genetikai tesztekkel való visszaélésektől való félelem gátolná az orvosi munka elsődleges feladatát, a betegen való segítést. A genetikai tesztek alkalmazása ma még túlnyomórészt – s valószínűleg a jövőben is elsősorban – *beteg* egyének diagnosztizálására fog irányulni, s vannak helyzetek, amikor a gyógyítás érdekében az orvos nem helyezheti előbbre az egyén szabadságját. A diszkrimináció tilalma természetesen vitathatatlan, de lehet olyan genetikai teszteredmény, amelynek visszatartása másokat sodorhat veszélybe (pl. ha egy még egészséges, de hirtelen halál veszélyét jelentő *long-QT* szindróma mutáns génjét hordozó egyén a pilóta vagy buszvezetői pályát kívánja választani). Az egyén DNS vagy szövetmintája természetesen csak előzetes felvilágosítása és beleegyezése után helyezhető bankba s őrizhető meg, de szabad-e abszolutizálni az egyénnek ezt a jogát, s elfogadni elzárkózását, ha a minta analízise a családtagok számára életmentő információ lehetőségét jelentené?

Ezek és további ilyen példák arra intenek, hogy az új genetikai lehetőségek alkalmazását orientáló irányutatókat, állásfoglalásokat csak a különböző tudományágak szakembereit elegyítő munkabizottságok tudják helyesen, torzulásmentesen kidolgozni.

### 3.3. Filozófiai kérdések gerjesztése

Kétségtelen, hogy a genetikával kapcsolatban folytatott filozófiai vita legélesebben

a reprodukciós klónozás körül zajlik. Utaltunk már rá, hogy az ember klónozással történő előállítását voltaképpen nem genetikai kérdés. De az is igaz, hogy a reprodukciós klónozás és a genomikai kutatás technológiája nagy átfedésben van egymással, hogy a genetika egyik esszenciája az ember betegségeinek transzgenerációs, azaz reprodukcióra vonatkozó szemlélete. S azt is el kell fogadnunk, hogy olyan kérdések, mint pl. hogy a szülői ivarsejtek egyesülését követően mikortól lehet önálló személyről beszélni, vagy hogy önálló személy-e az új egyed, ha az ivaros szaporodást megkerülve nukleáris genomja csak az egyik szülőtől származik – nos, e kérdések elemzése nem nélkülözheti a genetikát. Vannak, akik különállóan *reprogenetikaként* tekintik a kérdéskört. A válaszok keresése filozófiai szférába viszi a kutatókat, s egyelőre tudományos érvényű konklúziókra még csak remény sem látszik.

Van egy másik kérdés, ami a filozófusokat elemzésre gerjesztheti, egy még alig megfogalmazott dilemma, de amivel már most is rendszeresen találkozunk a gyakorlati genetikus. Nevezetesen: mi tekinthető normálisnak az emberi alkat, funkció, psziché vonatkozásában? Nincs általános érvényű határvonal a betegségek vonatkozásában, ami segíthetné a genetikai tanácsadót vagy a családtervezőt a prediktív teszt eredményének megítélésében. A kérdést egy egyelőre még alig realizálható lehetőség kibontakozása fogja tovább élezni: a *genetikai enhancement*, a normális tulajdonságok, képességek biotechnológiai eszközökkel való fokozása, aminek megvan az elvi lehetősége. A kérdés úgy fogalmazódik meg, hogy mi a normális az ember élettartama, intelligenciája stb. esetében? Az-e a normális, ami a populációs átlag (s így beszélhetünk átlag alatti, ill. átlag feletti tartományról), vagy az, ami a „legjobb”, amit pl. egy maximalista szülő a születendő gyermekének nyújtani akarhat (az előbbi példákra utalva: a gyermek a lehető legto-

vább éljen, a lehető legokosabb legyen stb.), s ezt óhajtja kérni a „specialistától”? Szerző ösztönösen viszolyog ez utóbbi értelmezéstől, de még nem állnak rendelkezésre a témához kapcsolódó elemzések, s ezért úgy véli, hogy az emberiség ezen új lehetőségéhez való viszonyulás olyan fogódzókát igényel, amiben a filozófiának is meghatározó szerepe van.

#### 4. A genetika politikai vonatkozásai, stratégiai jelentősége

A biotechnológiai vívmányok orvos-egészségügyi térhódításának már most jelentős hatása van a társadalmak gazdasági életére. (Az állat és növény genomika globális gazdasági vonatkozásairól itt most nem eshet szó, e nagy horderejű téma külön elemzést igényel.) A jelentősen megnövekedett felhasználói igény óriási *piacot* kínál a biotechnológiai ipar számára (laboratóriumi műszerek, vegyszerek, diagnosztikus kiték, chip-ek). A *megváltozott diagnosztikus protokollok* átalakítják a hagyományos sémákat, számos tradicionális vizsgálatot molekuláris tesztek váltanak fel, ami új költségvetési szerkezetet kíván. Megváltozik a *járóbeteg/fekvőbeteg arány* (hiszen a megcélzott egyének egészségesekek). Igen jelentős gazdasági hatás várható attól, hogy egyre több olyan betegség lesz *megelőzhető* magzati diagnózis révén, amelyek jelenleg még nagy terheket jelentenek a társadalomra. Bizonyára igen nagy volumenű gazdasági hatása lesz a génterápiának számos, okilag ma még kezelhetetlen betegség túlélésén, sőt gyógyulásán keresztül.

Ha az előző tételket összesítjük, nem lehet meglepő az a következtetés, hogy a genomikának az emberi együttélésre milyen kiható stratégiai jelentősége, s ebből fakadóan élénk politikai vonatkozásai vannak. A téma politikai jelentőségét felerősíti a média által gerjesztett *felfokozott érdeklődés* e kérdések iránt (klónozás, „génsébeszet”,

szellemi képességek fokozásának – *enhancement* – lehetősége).

Az emberi megismerés történetében nem volt még példa arra, hogy egy tudományos megismerés szinte azonnal gazdasági hasznot, profitot jelent a felfedezőnek. Az új tudományos felismerés első útja a szabványügyi hivatal lett, s nem a szakmai fórum. A genom adataira épülő diagnosztika, a farmakogenomika területén óriási verseny kezdődött a vegyszer-gyógyszerkonzernek közt. A világ vezető gazdasági hatalmai különös gonddal örködnek a genomikában elfoglalt pozícióik megtartásán, a feltörekvők mindent elkövetnek az elitcsoportba kerülésért. A fejlődő országok kormányai jelentős összegeket áldoznak nemzeti genomikai programjaikra. Nemzeteket tömörítő politikai szövetségek harmonizálást, kölcsönös előnyszerzést elősegítő konzorcionális pályázati rendszereket írnak ki genomikai témakörben. A legfejlettebb államok elnökei, kormányfői, világvallások vezetői deklarációkat, kiáltványokat, iránymutatókat fogalmaznak meg.

Magyarországon egyelőre csak a szakma elhivatott művelői, néhány etikai és jogtudós egyéni ambíciója tükrözi mindezt. A társadalom tudatáig inkább csak az eltorzult, a genetikát jobbra manipulatív, veszélyes kalandorságnak láttató hangok jutottak el. Már most késésben vagyunk (még a környező országokhoz képest is) egy nemzeti genomikai program elindításában. Hazánk alapvető érdeke, hogy egy ilyen program, jelentős kormányzintű támogatással, késedelem nélkül elinduljon.

(Szerző az érdeklődőnek készséggel bocsátja rendelkezésre a témával kapcsolatos nagyszámú irodalmat.)

Kulcsszavak: *orvosi genetika – humán genom – genomika – a genomika etikai, jogi, társadalmi hatásai*

# A GENOMKORSZAK BIOINFORMATIKÁJA

Patthy László

MTA SZBK Enzimológiai Intézet, Budapest – patthy@enzim.hu

Kevesebb, mint egy évtized telt el azóta, hogy az első önálló életre képes élőlény teljes genomszerkezetét, nukleinsav-szekvenciáját meghatározták, de az eltelt néhány év (és nagyszámú további genom-projekt) tapasztalata alapján bizton állíthatjuk, hogy ez az esemény egy új korszak nyitányát jelentette, mely alapvető változásokat hozott az élettudományok minden területén.

A genomkorszak első néhány éve eredményeként több tucat baktérium (pl. *Haemophilus influenza*, *Mycoplasma genitalium*, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*), számos Archaea (pl. *Archaeoglobus fulgidus*, *Methanococcus jannaschii*), néhány egysejtű eukarióta, (pl. *Saccharomyces cerevisiae*, *Encephalitozoon cuniculi*), egy virágos növény (*Arabidopsis thaliana*), két gerinctelen állat (egy fonálféreg, *Caenorhabditis elegans* és a harmatlégy, *Drosophila melanogaster*) és az ember (*Homo sapiens*) genomszerkezete vált ismertté. Így ma már elmondhatjuk, hogy a *genomszekvenálási programoknak* köszönhetően az élővilág legfontosabb, nagy csoportjainak mindegyikéről rendelkezünk genomikai ismeretekkel.

A genomkorszak egyik jellegzetességéről árulkodnak az egyes genom-projektek eredményeit közlő publikációk rendkívül hosszú szerzői listái: nagyszámú, sokféle szakértelmet reprezentáló kutatóból álló konzorciumok, vállalkozások munkája eredményeként születhettek csak meg a genomszekvenciák első összegzését bemutató közlemények (Adams és munkatársai, 2000; Lander és munkatársai, 2001; Venter és mun-

katársai, 2001; ezeket a közleményeket 200-300 szerző jegyzi). A különböző résztvevők együttműködésének nélkülözhetetlenségét tükrözi, hogy a közleményeket sokszor nem a szerzők hosszú listájával, hanem a konzorcium nevével jegyzik (lásd: *The Arabidopsis Genome Initiative*, 1999; *The C. elegans Sequencing Consortium*, 1998). Míg a 19. század végének, 20. század elejének kísérletes biológiájára a magányos tudós volt jellemző, úgy tűnik, a genomkorszakban a széleskörű együttműködés válik általánossá.

A genomkorszak másik jellemző trendjének tekinthetjük, hogy a *biológiai adatgyűjtés tömegméreteiben történik*, iparszerűvé válik. Ipartörténeti hasonlaltal azt is mondhatjuk, hogy a biológiai kutatás átlép a manufakturális korszakból a nagyüzemi korszakba. Ez a trend az olyan biológiai tulajdonságok vizsgálatánál érvényesült először, amelyek tömeges vizsgálatára alkalmas technológiák rendelkezésre álltak már a genom korszak kezdetén. A DNS-szekvenálás technológiai fejlettségének köszönhetően a genomszekvenálás nagyüzemi módszerekkel történhetett (valójában ez a tény tette lehetővé a genomkorszak gyors kiterjedését). A DNS-szekvenálást végző laboratóriumok munkaszervezésüket, hatékonyságukat tekintve leginkább egy csúcstechnológiai üzemre emlékeztetnek.

A genom-projektek sikerének másik fő forrása az volt, hogy a nagyteljesítményű számítógépek kifejlesztése és elterjedése révén jelentős fejlődésnek indulhatott a *bioinformatika – a biológiai adatok számítógépes tárolásával, rendszerezésével, elemzésé-*

*vel és értelmezésével foglalkozó tudomány.* Jellegéből fakadóan a bioinformatika alkalmas volt a genomszekvenálásból származó nyers szekvencia-adattömeg feldolgozására, a genomszekvenciák rekonstrukciójára, az adatok tárolására és elemzésére.

A genomszekvencia meghatározása önmagában azonban csak annyit jelent, hogy ismerjük egy adott élőlény teljes örökítő anyagának, genomjának kémiai szerkezetét, de nem feltétlenül értjük a szekvencia biológiai jelentését. Bár tudjuk, hogy az adott élőlény működési programjának leírását a genom tartalmazza, ez a leírás egy számunkra még nem teljesen érthető nyelven íródott. Egy új tudományág, a *funkcionális genomika* célkitűzése az, hogy a genomszekvenciákban azonosítsa a géneket, azokhoz funkciókat rendeljen, és végső soron megfejtse azt, hogy a genomszekvencia hogyan kódolja az élőlény tulajdonságait.

Eszköztárát tekintve a funkcionális genomika az élettudományok valamennyi részterületének (molekuláris biológia, genetika, biokémia, szerkezeti biológia, sejtbiológia, élettan, bioinformatika, evolúciobiológia stb.) módszereit felhasználja, jellegét azonban a genomikai szemlélet határozza meg. A funkcionális genomika – a genomkorszak élettudománya – azonban több, mint ezen területek összege: a genom-szemléletnek megfelelően a biológiai adatokat, információkat tömegesen, a teljes genomra vonatkozóan igényli, ennek megfelelően olyan nagy teljesítményű (high-throughput) molekuláris biológiai, genetikai, biokémiai stb. módszerek kifejlesztését és elterjedését segítette (és segíti) elő, melyek alkalmasak a tömeges adatgyűjtésre.

Ebből a szempontból különleges helyet foglal el (jelentős helyzeti előnnyel indult) a bioinformatika, amely *par excellence* alkalmas a tömeges adatkezelésre és adatfeldolgozásra, és amely egyben a legkevesbé költséges funkcionális genomikai módszer. En-

nek köszönhető, hogy a bioinformatika a funkcionális genomika jelenleg legsikeresebb, legelterjedtebb és leggyorsabban fejlődő része. Egyre javuló megbízhatóságú bioinformatikai módszerek állnak rendelkezésünkre, melyek segítségével azonosítani lehet a genomszekvenciában a géneket, meg lehet jósolni a gének által kódolt mRNS-ek és fehérjék szekvenciáját, a fehérjék szekvenciájának összehasonlító elemzésével meg lehet jósolni azok valószínű biológiai funkcióját és szerepét, a fehérjék térszerkezetét, működési mechanizmusát stb. Jóllehet a számítógépen (*in silico*) végzett predikciók nem teszik feleslegessé az *in vitro* vagy *in vivo* kísérleti munkát, sokkal tervszerűbbé tehetik azt.

A genomszekvencia értelmezésének, a genom annotációnak első és alapvető lépése a gének bioinformatikai úton történő azonosítása. A *génazonosítás* még mindig meglévő bizonytalanságait illusztrálhatjuk az emberi genomszekvencia példájával. Az emberi genom szekvenciáját meghatározó két független kutatócsoport (Celera, Human Genome Consortium) egyaránt arra a következtetésre jutott, hogy az emberi genom csak mintegy 30 000 fehérje-kódoló gént tartalmaz (Lander és munkatársai, 2001; Venter és munkatársai, 2001). A két csoport által megjósolt génkészlet összehasonlítása azonban jelentős eltéréseket mutatott (Hogenesch és munkatársai, 2001), jelezve hogy a két csoport által használt génpredikciós módszerek nem tökéletesen megbízhatóak. Az emberi genom szekvenciájának újabb, gazdagabb módszertani repertoárt alkalmazó elemzése arra utalnak, hogy az emberi génszám valójában magasabb lehet (Wright és munkatársai, 2001).

A bioinformatikai génpredikciós módszerek meglévő bizonytalanságai aláhúzzák a gének azonosítására szolgáló kísérleti módszerek fontosságát. Egy élőlény genomjában található aktív, transzkripcióra kerülő struk-

turális gének létét tükrözi a *transzkriptoma*, az adott genom génjeiről képződő RNS populáció. Egy adott élőlény transzkriptómájának vizsgálatával kísérletes bizonyítékot szerezhethünk olyan gének létére vonatkozóan is, melyeket a rendelkezésre álló bioinformatikai módszerek nem detektálnak. A közelmúltban például Das és munkatársai (2001) RNS transzkriptumok érzékeny detektálására alkalmas módszerek segítségével tizenhét emberi szövetet vizsgáltak, és 5000-9000 olyan aktív emberi gén létét mutatták ki, melyet az eredeti génpredikciós program nem azonosított. (Ez a munka is amellet szól, hogy az emberi génszámot az első publikációk alulbecsülték.)

A genomszekvencia bioinformatikai úton történő értelmezésének következő lépése, hogy megjósolja az azonosított fehérjekódoló génekről képződő mRNS-ek szekvenciáját (és az azok által meghatározott fehérjék aminosav-sorrendjét). A mRNS szekvenciájának predikcióját bonyolítja az a tény, hogy az eukarióta élőlények génjeiben olyan szakaszok (intronok) találhatóak, melyek a génről képződő elsődleges transzkriptumból egy érési folyamat (splicing) során kivágódnak, így hiányoznak az érett mRNS-ből. A predikció bizonytalanságának további forrása, hogy ugyanarról a génről többféle érési folyamat (alternative splicing) révén többféle mRNS képződhet attól függően, hogy milyen szövetben, sejttípusban, fejlődési vagy élettani állapotban kerül sor az adott gén kifejeződésére. A jelenlegi bioinformatikai módszerek még csak korlátozott megbízhatósággal képesek az alternatív transzkriptumok predikciójára, még kevésbé arra, hogy azok milyen arányban, milyen fiziológias állapotban jelennek meg.

Jelenleg csak a transzkriptóma kísérletes vizsgálata ad ezekre a kérdésekre megbízható választ. Éppen ezért a funkcionális genomika egyik kulcsterülete a *transzkriptomika*, amely – a genom-szemléletnek megfelelő-

en – olyan, nagyteljesítményű módszereket fejlesztett ki és alkalmaz, amelyek egy-egy adott organizmus, szövet, sejttípus teljes transzkriptómájára vonatkozóan gyűjtenek párhuzamosan, nagytömegű kísérletes adatot. A mRNS-populációról készült cDNS-ek szekvenciavizsgálatával nyert adattömeg nemcsak a gének létére vonatkozóan szolgáltat adatot, nemcsak azt tükrözi, hogy egy-egy génről milyen intenzitású transzkripció folyik, hanem azt is elárulja, hogy egy génről hányféle alternatív transzkriptum képződik, azoknak mi az aránya a különböző sejtekben stb. A transzkriptóma adatok és a genomszekvencia adatok korreláció-vizsgálatától remélhető az, hogy a jövőben lényegesen megbízhatóbbá válnak a mRNS-predikció módszerei.

A mRNS szekvenciájának ismeretében nagy biztonsággal megjósolható az általa meghatározott fehérje aminosav-sorrendje, így a transzkriptóma (a transzkriptum-populáció) ismeretében az adott élőlény teljes fehérjekészletének, *proteómájának* elsődleges kémiai leírásáról is képet kapunk. Egy meghatározott mRNS-ről lefordított (transzlált) fehérje kémiai szerkezete azonban az átíródást követően sokféle reverzibilis és irreverzibilis átalakuláson mehet keresztül (pl. proteolitikus hasítás, foszforiláció, glikozilálás), és ezeknek az átalakulásoknak jelentős hatásuk lehet az adott fehérje aktivitására, stabilitására, sejten belüli lokalizációjára, kölcsönhatásaira stb. A rendelkezésre álló bioinformatikai eszközök ma már megbízhatóan képesek megjósolni az egyes fehérjék szubcelluláris (vagy sejten kívüli) lokalizációját, de bizonytalanabbak a különböző poszttranszlációs módosítások vagy fehérje-fehérje kölcsönhatások predikciójában. Sok esetben csak kísérleti módszerek segítségével győződhetünk meg arról, hogy egy – bioinformatikai módszerekkel megjósolt – poszttranszlációs módosítás valóban bekövetkezik-e. A reverzibilis módosítások esetén

eleve fenn áll az abból fakadó bizonytalanság, hogy az aminosav-szekvencia alapján csak a poszttranszlációs módosítás lehetőségét jósolhatjuk meg, azt azonban nem, hogy az mikor és milyen arányban következik be (hiszen azt a fehérjén kívüli tényezők határozzák meg). Ezeknek a kérdéseknek a megválaszolására a bioinformatika ma még nem képes, a proteoma szintjén gyűjtött kísérleti adatokra van szükség. Fontosságának megfelelően a funkcionális genomika egyik rendkívül dinamikusan fejlődő területe a *proteomika*. A proteomikai vizsgálatok a genom-szemléletnek megfelelően egy-egy adott organizmus, szövettípus, sejttípus teljes fehérjékészletét jellemzik, különös tekintettel az egyes fehérjék poszttranszlációs módosításaira, sejten belüli lokalizációjának változásaira, más fehérjékkel, celluláris struktúrákkal való kölcsönhatására stb. A funkcionális genomika proteomikai igényeinek köszönhetően gyors módszertani fejlődésnek vagyunk tanúi a fehérje-elválasztástechnikák, fehérje-szerkezetvizsgáló módszerek (mikroszekvenálás, tömegspektrometria) és a fehérje-fehérje kölcsönhatások vizsgálata (kettős-hibrid rendszerek) területén.

A fehérjék jellegzetes, az aminosav-sorrendjük által meghatározott térszerkezetet vesznek fel, a fehérjék biológiai aktivitása (és így a fehérjekódoló gének biológiai szerepe) a fehérjék térszerkezetéhez köthető. A funkcionális genomika egyik fontos területe – a *szerkezeti genomika* – foglalkozik a fehérjék térszerkezetének meghatározásával. Ezen a téren a bioinformatika kimagasló sikereket ért el az elmúlt néhány év során. A fehérjék aminosav-sorrendjének vizsgálata alapján ma már nagy megbízhatósággal meg lehet jósolni a fehérjék szerkezetének szerkezeti elemeit (alfa helix, beta lemez, transzmembrán helix stb.) és egyre növekvő biztonsággal és pontossággal meg lehet jósolni a fehérjék térszerkezetét. A fehérjék aminosav-sorrendjének illetve térszerkezeté-

nek összehasonlítására szolgáló bioinformatikai módszerek fejlődésével ugyanis nyilvánvalóvá vált, hogy az élővilág fehérjéi meglepően kisszámú (néhány ezer) alaptípusba sorolható fehérje-doménből épülnek fel, a legkülönbözőbb fehérjék ezek leszármazottai. A fehérjék térszerkezetének meghatározása azt mutatja, hogy az egy rokonsági körbe tartozó, homológ fehérje-domének térszerkezete rendkívül hasonló, így egy új családtag térszerkezetét modellezni lehet a homológia alapján. Ha tehát egy új fehérjét – aminosav-szekvenciájának bioinformatikai elemzése révén (molekuláris evolúciós vizsgálatok segítségével) – be tudunk sorolni egy olyan fehérje-domén családba, ahol legalább egy családtag térszerkezetét már ismerjük, akkor a homológia alapján modellezhetjük az általunk vizsgált fehérje szerkezetét is. A genom-projektek mintájára néhány éve elindított Szerkezeti Genomikai megaprojektek résztvevőinek célkitűzése, hogy minden fehérjecsalád egy-egy reprezentánsának térszerkezetét meghatározzák, röntgen kristallográfiás vagy NMR spektroszkópiai módszerekkel. Ily módon egy-egy genom teljes fehérjékészletének homológia modellezése válik lehetővé.

Mint a bevezetőben hangsúlyoztam, a funkcionális genomika fő célja a genom teljes funkcionális leírása. A gének azonosítása, az azok által meghatározott fehérjék szerkezetének megismerése megkönnyíti, hogy bioinformatikai eszközök segítségével megjósoljuk a fehérje-kódoló gén biológiai szerepét, a fehérje funkcióját, működési mechanizmusát, szerkezet-funkció összefüggéseit, kölcsönhatásait. A legelterjedtebb funkció-predikciós módszerek alapja az a tapasztalat, hogy az evolúció során a gének (és az általuk kódolt fehérjék) biológiai szerepe, funkciója általában folyamatos skálán változik, így a rokon gének és az általuk kódolt rokon fehérjék funkciójának különböző aspektusai is sok hasonlóságot mutatnak. Ha tehát egy



újonnan azonosított gén által kódolt, ismeretlen funkciójú fehérjéről – szekvenciájának molekuláris evolúciós vizsgálata alapján – megállapítjuk, hogy az rokonságban áll más, ismert funkciójú fehérjékkel, akkor ennek alapján kísérletesen ellenőrizhető jöslatokat tehetünk az új fehérje biológiai aktivitására, szerkezet-funkció összefüggéseire vonatkozóan. Ez a tény rendkívül vonzóvá tette a gének és fehérjék homológiájának kimutatására szolgáló bioinformatikai módszereket, így ez a terület a bioinformatika legrégebben művelt, legfejlettebb része. Az egyszerű homológia-vizsgálat alapján azonban keveset tudunk meg arról, hogy az adott fehérje milyen más fehérjékkel kölcsönhatásban fejti ki hatását. Erre a kérdésekre az *összehasonlító genomika* nyújthat további felvilágosítást. Ennek a megközelítésnek az a megfigyelés az alapja, hogy az egymással kölcsönhatásban lévő, funkcionálisan egymásra utalt fehérjék (pl. hormonok és receptorai, anyagcsereutak különböző komponensei) evolúciója összefügg egymással, így a fehérjék kapcsolatrendszerére tükröződik evolúciós történetükben. A fehérjék közt kialakuló fizikai kölcsönhatások predikciója azonban ma még kevésbé nélkülözheti a kísérletes vizsgálatokból (pl. kettős hibrid vizsgálatokból) gyűjtött adatokat.

A fehérjék közötti fizikai és funkcionális kapcsolatok ismeretének hiányában nehéz megjósolni, hogy mi történik egy adott gén kiesése (vagy funkciójának megváltozása) esetén. Ma már tömegszűrésre alkalmas módszerek (gén-kiütési technikák, a gén kifejeződésének antiszenz oligonukleotidokkal történő gátlása, RNS interferencia jelenségét kiaknázó technikák) állnak rendelkezésünkre, melyek segítségével szisztematikusan vizsgálni lehet, hogy mi az élettani következménye annak, ha egy-egy gén funkciója kiesik. A különböző gén-inaktiválási vizsgálatok tapasztalata megerősíti, hogy a genomika korszakában az egyes gének és

fehérjetermékek funkciójának jellemzése nem lehet teljes, ha nem fordítunk kellő figyelmet kapcsolathálózatokra.

Érdekes módon az emberi genomban található gének számával kapcsolatos kezdeti várakozások és meglepő tapasztalatok exponálták leginkább azt, hogy a gének közötti kapcsolathálózat eddig viszonylag kevés figyelmet kapott. Még a közelmúltban is voltak olyan becslések, melyek az emberi genomban található fehérje-kódoló gének számát 120 000-150 000-re tették (Liang és munkatársai, 2000; Smaglik, 2000). A Celera és a Human Genome Consortium által becsült emberi génszám (kb. 30 000) ehhez képest meglepően alacsonynak tűnt, ha figyelembe vesszük, hogy a *C. elegans* fonálféreg genomja 19 000 gént tartalmaz. Az ember és fonálféreg közötti jelentős komplexitásbeli különbséget a viszonylag csekély génszámbeli különbséggel összevetve ma már világos, hogy a komplexitás a génszámnak nem lineáris függvénye (Claverie, 2001). Nyilvánvaló tehát, hogy a biológiai komplexitás a gének és géntermékek közötti kapcsolati hálózat összetettségének, a génexpressziós program komplexitásának lehet az eredménye (Adami és munkatársai, 2000; Claverie, 2001).

Jelenleg még nem állnak rendelkezésünkre olyan bioinformatikai módszerek, melyek lehetővé tennék a gének közötti kapcsolatok, a génexpresszió programjának predikcióját pusztán a genomszekvencia számítógépes elemzése alapján. A megfelelő bioinformatikai módszerek kifejlesztésének a korábbiakban az is lényeges akadálya volt, hogy nem álltak rendelkezésre megbízható kvantitatív adatok arra vonatkozóan, hogy az egyes gének kifejeződése hogyan változik sejttípustól, élettani állapottól, fejlődési stádiumtól függően. Ma már nagy teljesítőképességű módszerek (pl. DNS-chip technikák) segítségével követni lehet, hogy egy élettani állapotváltozás hogyan hat az egyes gének kifejeződésére, az egyes gé-

nek kifejeződésének változása milyen program szerint történik. Ezekkel a módszerekkel fontos információt nyerünk arra vonatkozóan, hogy melyek azok a gének, melyek szerephez jutnak egy adott élettani folyamatban. A funkcionális genomika és a bioinformatika egyik legizgalmasabb feladata a gének expresszióját szabályozó régiók szisztematikus azonosítása, működésük törvényszerűségeinek tisztázása, hogy a jövőben a genomszekvencia számítógépes elemzésével lehessen megjósolni a gének kapcsolat-hálózatait.

A funkcionális genomika az élettudományok valamennyi részterületének módszereit felhasználja, azok integrálásának eredményeként született meg. A genom-projektek lényegesen hozzájárultak az élettani tudományok vizsgálati módszereinek gyors fejlődéséhez, és ez a fejlődés a nem-genomikai szemléletű élettani tudományterületekre is jelentős hatást fejt ki. A funkcionális genomika paradigmaváltást idézett elő a gyógyszeriparban is: míg a huszadik század során a gyógyszerfejlesztésben a kémia tudománya játszott meghatározó szerepet, mára egyre inkább a funkcionális genomikai megközelítés válik dominánssá. Míg a gyógyszerkutatás „klasszikus” korszakában a gyógyhatású vegyület előállítására sokszor évtizedekkel megelőzte hatásmechanizmusának tisztázását, a gyógyszer célpontjának azonosítását, az új paradigmában ez fordítva van. A funkcionális genomikán alapuló gyógyszerfejlesztésnél előbb kerül sor a gyógyszer-célpont azonosítására, gyógyszer-

célpontként való hitelesítésére, és ezt követi azoknak a vegyületeknek a kifejlesztése, amelyek a célpontra hatva a kívánt hatással rendelkeznek.

Magyarországon eddig csak áttételesen és töredékesen érvényesült a genomkorszak hatása. A funkcionális genomika igényeinek köszönhetően kifejlesztett korszerű műszerek némelyike már megtalálható az egyes kutatóhelyeken (ezzel segítve a molekuláris biológiai, genetikai, fejlődésbiológiai, diagnosztikai vizsgálatokat), genomikai programnak azonban ez aligha nevezhető. Jóllehet a funkcionális genomika műveléséhez szükséges szakértelem az élettudományok legtöbb területén (bioinformatika, molekuláris biológia, genetika, sejtbiológia stb.) nálunk is adott, ezek nem szerveződtek egybe egy-egy hazai dominanciájú funkcionális genomikai projektbe. A Magyar Tudományos Akadémia *Tudománypolitika Magyarországon* sorozatában a napokban közzétett Biológia című kiadvány (Friedrich, 2001) megállapítása még ma is érvényesnek tűnik: „házánkban (eltérően valamennyi fejlett országtól) nincsen semmiféle humán (vagy bármily más) genom program. Természetesen az erre épülő nagyobb szabású funkcionális genomikai kutatás és gyógyszerkutatás is hányzik, így az ország sem profitálhat közvetlenül az ilyen kutatások ipari hasznosításából. Meggyőződésünk, hogy a funkcionális genomikát az ország jövője szempontjából fontos területek közé kell sorolni, és megfelelő támogatásban kell részesíteni.”

#### IRODALOM

- Adami, C., Ofria, C. és Collier T. C. (2000) Evolution of Biological Complexity. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.*, 97, 4463-4468.
- Adams, M. D. és munkatársai (2000) The Genome Sequence of *Drosophila melanogaster*. *Science*, 287, 2185-95.
- Claverie, J. M. (2000) Gene Number. What if there are only 30,000 Human Genes? *Science*, 291, 1255-1257

- Das, M., Burge, C. B., Park, E., Colinas, J. and Pelletier, J. (2001) Assessment of the Total Number of Human Transcription Units. *Genomics* 77, 71-8.
- Friedrich, P. (2001) Biológia, Magyar Tudományos Akadémia, Tudománypolitika Magyarországon, II. A diszciplínák művelése, Budapest.
- Hogenesch, J. B., Ching, K. A., Batalov, S., és munkatársai (2001) A Comparison of the Celera and Ensembl Predicted Gene Sets Reveals Little Overlap in Novel Genes, *Cell*, 106, 413 - 415.

- Lander, E. S. és mtai (2001) Initial Sequencing and Analysis of the Human Genome. *Nature*, 409, 860-921.
- Liang, F., Holt, I., Pertea, G., és munkatársai (2000) Gene Index Analysis of the Human Genome Estimates Approximately 120,000 Genes. *Nat. Genet.* 25, 239-240.
- Smaglik, P. (2000) Researchers Take a Gamble on the Human Genome. *Nature*, 405, 264.
- The *Arabidopsis* Genome Initiative (1999) Analysis of the Genome Sequence of the Flowering Plant *Arabidopsis thaliana*. *Nature*, 408, 796-815.
- The *C. elegans* Sequencing Consortium (1998) Genome Sequence of the Nematode *C. elegans*. A Platform for Investigating Biology, *Science*, 282, 2012-2018.
- Venter, J.C. és munkatársai (2001) The Sequence of the Human Genome. *Science*, 291, 1304-1351.
- Wright, F. A., Lemon, W. J., Zhao, W. D., és munkatársai (2001) A Draft Annotation and Overview of the Human Genome. *Genome Biol.* 2 0025.1-0025.18



# GENOMTAN ÉS EVOLÚCIÓ

Szathmáry Eörs – Pál Csaba

a biológiai tudomány doktora, tszv. egy. tanár, ELTE  
Növényrendszertani és Ökológiai Tanszék, a  
Collegium Budapest állandó tagja

Ph.D., ELTE Növényrendszertani és  
Ökológiai Tanszék; Department of Biology  
and Biochemistry, University of Bath, UK

Egészen a közelmúltig csak igen kevés génről állt rendelkezésre molekuláris információ, ami kizárta, hogy e szinten is tesztelhesük az evolúciós elméletek többségét. Mára a helyzet gyökeresen megváltozott. Hála a különböző DNS szekvenálási módszerek ugrásszerű fejlődésének és az Internet gyors terjedésének, rengeteg molekuláris adat vált bárki számára elérhetővé. Több eukarióta és még több prokarióta élőlény teljes genomját ismerjük már, és rengeteg újabb genomprogram áll közel a befejezéshez. Mindezek közül – érthető elfoglaltságunk folytán – a Humán Genom Program keltette a legnagyobb feltűnést. A *Celera* magáncég és egy nemzetközi konzorcium versengésének hatására tavaly óta „piszkozati” szinten közel a teljes humán genom a rendelkezésünkre áll (Venter et al. 2001; Lander et al. 2001).

Úgy tűnik, mindez még csak a kezdet. A teljes genomprogramok mellett folynak az úgynevezett „posztgenomikus” kutatások. Egy-egy élőlény teljes génkészletére kiterjedően megmondhatjuk, mely gének mikor és hol fejeződnek ki, s fehérjéik mely más gének fehérjéivel vannak kapcsolatban. Rekonstruálhatjuk továbbá egy-egy élőlény teljes genetikai szabályozó vagy anyagcsere hálózatát is. Kifinomult számítástechnikai és statisztikai eljárások révén megállapíthatjuk e hálózatok nagyléptékű tulajdonságait, és így felderíthetjük működésük, kialakulásuk sajátosságait is. Egy másik fontos irányzat az orvosi genomtan. Feltérképezhetjük egyes betegségek öröklődési hátterét, az értük

részben felelős mutációkat is, és a genetikai polimorfizmus-adatok révén azok jelenlétét a mai humán populációban.

Mindezek mellett a különböző élőlények genomjának összehasonlító elemzése számos alapvető evolúciós probléma megoldásához is kulcsot ad. Alant nagy vonalakban vázoljuk az *evolúciós genomtan* alapvető kérdésfeltevéseit és eredményeit.

## *Neutrális kontra darwini evolúció*

Számos élőlényben ismerjük, hogy a gének mely kromoszómán, mely más gének közelében helyezkednek el, hogy hány példányban vannak jelen. Tudjuk azt is, hogy a gének, nem kódoló régiók (pl. intronok), mobilis genetikai elemek elhelyezkedése, mérete vagy evolúciós tempója nagy változatosságot mutat különböző élőlények adott genom régióiban vagy akár egy adott genom különböző régióiban. E tudás birtokában érdemes feltenni a kérdést: mik az evolúciós mozgatórugói ennek a változatosságnak. Döntően a véletlenszerű folyamatok – a neutrális evolúció –, vagy a darwini szelekciós folyamatok felelősek-e az észlelt mintázatok kialakulásáért? (Hurst, 1999) Darwin elméletét hagyományosan olyan morfológiai, fiziológiai és viselkedéstanai jegyekre alkalmazták sikerrel, amelyeket viszonylag könnyű megfigyelni. Az elmélet kiválóan magyarázza, hogyan és miért alakulnak ki másodlagos szexuális jegyek (pl. a pávatoll), milyen esetben várnunk eltérést az 1:1 ivari aránytól, vagy mikor lehet őszinte az állati kommunikáció.

Ezzel szemben többen úgy vélik, hogy a genom anatómiáját döntően neutrális folyamatok irányítják. Három érv hangzik el leggyakrabban:

- A genom legtöbb anatómiai jellegzetességének nincs adaptív jelentősége.
- Még ha van is, a szelekciós előny túl kicsi ahhoz, hogy hatékonyan befolyásolja a mintázatot.
- Ha a szelekció hatékony is lenne, a variánsok csekély száma miatt az adaptív evolúció limitált.

Valóban, a legtöbb fiziológiai és anatómiai bélyeggel összehasonlítva a genom anatómiája esetén nincs egyértelmű indítékunk feltételezni, hogy az adaptív evolúció terméke. Miért kellene például egyes géneknek egyik vagy másik kromoszómán, esetleg egymáshoz közel elhelyezkedniük? Hogy kizárhassuk a neutrális evolúció szerepét (melyet minden esetben célszerű null-hipotézisként kezelni), olyan statisztikai eljárásokat kell kidolgozni, melyekkel mérhető a random változásoktól való eltérés mértéke, és így közvetve a szelekció jelentősége is. A fenti érvelést a kodon használat és az izochorok példáján mutatjuk be.

A genetikai kód egyik alapvető sajátága, hogy több rokon kodon is ugyanazt az aminosavat kódolja. Ennek megfelelően egyes mutációk kodont igen, ám a kódolt aminosavat nem változtatják meg. Ezeknek az ún. szinonim mutációknak látszólag nincs adaptív jelentőségük, minthogy a kódolt fehérje sajátosságai változatlanok maradnak. Ám ez nincs teljesen így. Az adott aminosavat a fehérjeszintézis helyére szállító tRNS-ek különböző mennyiségben vannak jelen a sejtben. Ahhoz, hogy a translációs folyamat gyorsabban és talán pontosabban menjen végbe, a szelekció előnyben részesíti azokat a kodonokat, melyekhez tartozó tRNS nagy mennyiségben van jelen. Ám érezhető, hogy egyetlen kodont érintő szinonim mutáció milyen kis mértékben befolyásolja csak az

adott gén translációját. Ezért érvelhet valaki úgy, hogy az így biztosított szelekciós előny túl kicsi, és így a populáció allélgyakoriságát érintő véletlenszerű folyamatok – pl. a genetikai sodródás – hatását nem képes ellensúlyozni.

Több bizonyítékunk van rá, hogy ez nincs mindig így. Gyakran tapasztalni, hogy azon gének esetében, melyekről igen sok fehérje képződik, a kodon-használat sokkal jobban eltér a random mintázattól, mint a kevésbé kifejeződő gének esetében. Ez összhangban van a szelekciós értelmezéssel, hiszen a transláció hatékonysága és pontossága elsősorban az erősen expresszálandó gének esetén fontos tényező. Továbbá a nem véletlenszerű kodon-használat elsősorban olyan fajok esetén figyelhető meg, ahol a populáció mérete igen nagy. Így szabadon élő egyszéjtűeknél (pl. az élesztő) vagy rovaroknál (pl. *ecetmuslica*) gyakori, ám emlősökben igen ritka a kodon preferencia. Mindez a szelekciós érvelést látszik megerősíteni. Nagy populáció-méret esetén a variánsok véletlenszerű terjedése jóval lassabb, míg a szelekció jóval hatékonyabb, mint kis populáció-méret esetén (Powell and Moriyama, 1997).

A humán – és más emlős – genomok egyik feltűnő jellegzetessége, hogy a különböző nukleotidok előfordulási aránya (guanin:citozin/adenin:timin, GC/AT) nagy variációt mutat a genom különböző régióiban, melyek hossza elérheti az egy megabázist is (azaz 1 millió bázist). Úgy tűnik, hogy az emlős genom ilyen nagyléptékű struktúrája – melyet isochor struktúrának hívnak – érinti a fehérjét kódoló és nem kódoló régiókat egyaránt (Bernardi, 2000). Habár több mint 25 éve ismerjük az isochorok létezését, máig nem értjük, miért vannak jelen. Máig nem sikerült kizárni annak a lehetőségét, hogy a GC/AT arány változása valamilyen előnyt jelent az élőlény számára, és szelekciós folyamat eredménye. Giorgio Bernardi és kollégái szerint a GC/AT arány befolyásolja a DNS

termostabilitását, ami egyes kromoszóma-régiókban különösen fontos lehet. Valóban, az isochor struktúrát az állandó testhőmérsékletű élőlények – a madarak és az emlősök – mutatják. Ennek ellenére nehéz elképzelni, hogyan képes a szelekció nukleotidok milli-óit egymástól függetlenül „irányítani”. Egyetlen nukleotid mutációja igen kicsi hatással van egy genom-régió GC arányára és így a DNS stabilitására, ezért az egyes nukleotidokon a szelekciós nyomás igen csekély.

Elképzelhető, hogy az isochor struktúra tisztán különböző mutációs hatások és a populációt érintő random folyamatok eredménye. Wolfe és kollégáinak elképzelése szerint a GC/AT arány a genom különböző régióiban döntően attól függ, hogy mikor replikálódik az adott DNS szakasz. Vannak régiók melyek korán, más régiók kicsit később replikálódnak a sejtciklus során (Wolfe et al. 1989). Miért lényeges ez? Ismert tény, hogy a sejtciklus során változik a szabad nukleotidok aránya. A szabad nukleotidok aránya pedig befolyásolja a különböző mutációk gyakoriságát. Ha a szabad guanin és citozin nukleotidok száma kevés, akkor nagyobb valószínűséggel épül be hibás (A vagy T) nukleotid a genomba. Ennek megfelelően a mutációs mintázat a genom különböző régióiban más és más.

A fenti példák jól mutatják az evolúciós genomtan egyik nagy előnyét. Segítségével megállapíthatjuk és érdemben tesztelhetjük, hogy molekuláris szinten mennyire hatékony a szelekció és milyen tényezők limitálják működését.

### *Hogyan mérhető a biológiai komplexitás?*

Habár nyilvánvalónak tűnik, hogy egyes élőlények jóval komplexebbek (összetettebbek), mint mások, nagyon nehéz megfogalmazni, hogyan is mérjük pontosan a biológiai komplexitást (Maynard Smith és Szathmáry, 1995). Az egyik triviálisnak tűnő lehetőség az, hogy összehasonlíttjuk a különböző élőlények teljes genomját. Mivel az

örökletes információ jórészt a sejtmagban tárolódik, a teljes sejtmag genom-mérete elvileg jó mérőszáma lehetne a biológiai komplexitásnak. Azonban több okból is hibás ez az érvelés.

A genom-méret egyes csoportokon belül hatalmas variációt mutat (akár 80 000 -szeres különbség is megfigyelhető egysejtűeken belül). Továbbá: vajmi kevés kapcsolat van a genom mérete és az ösztönösen becsült komplexitás között. Egyes egysejtűek (pl. *Amoeba sp.*) genom-mérete sokszorosa az emberi genoménak. A problémának – melyet C-érték paradoxonként is emlegetnek – máig nincs teljesen megnyugtató megoldása. Úgy tűnik, az eukarióta genomok többsége igen sok olyan szakaszt tartalmaz, amelyek nem kódolnak az organizmus számára fontos géneket. Ezek jelentős része repetitív szekvencia, működő mobilis genetikai elem és olyan retrovírus, mely tartósan beépült a genomba. A humán genom maga is hatalmas mennyiségű ilyen szekvenciát tartalmaz. Miért vannak ezek az elemek jelen? Legalább három elképzelés lehetséges (Maynard Smith és Szathmáry, 1995):

- Semmilyen előny vagy hátrány nem származik jelenlétükből, mert nincs semmilyen funkciójuk, és egyes eukarióták képesek tolerálni jelenlétüket. Habár ez egy igen befolyásos nézet, ma már sok olyan esetet ismerünk, ahol bebizonyosodott: a nem kódoló régiók legalább egy része alapvető genetikai szabályozó szerepet tölt be.
- A nem kódoló régióknak alapvető strukturális szerepük van. Így a genom-méret alapvetően befolyásolja a sejtmag tulajdonságait, és így a sejt osztódási rátáját. Van némi bizonyíték erre a nézetre. Egyes közeli rokon szalamandra fajok genom-mérete hatalmas variációt mutat, ami részben összefüggésben van egyedfejlődésük ütemével. A nagy genom-mérettel rendelkező fajok egyedjeinek

egyedfejlődése lassú, gyakran az agyméretük kisebb, összhangban ökológiai státusukkal. Más kutatók azt találták, hogy a genom-méret valamilyen úton-módon befolyásolja a madarak élettartamát.

- A harmadik lehetőség az, hogy a mobilis genetikai elemek jelenléte meghatározott régiókban egyfajta molekuláris hadviselés eredménye. A mobilis genetikai elemek a genom különböző régióiban elterjedve biztosíthatják fennmaradásukat. Előfordul, hogy kódoló szakaszba ékelődnek be, ami jó esetben módosítja, vagy egyszerűen elrontja az adott gén működését. Ezért az organizmus megpróbálja ellensúlyozni ezeket a hatásokat. Különböző védekezési mechanizmusok épülnek ki, melyekkel a mobilis genetikai elemeket megjelöli, és nem engedi, hogy a beékelődésükhöz fontos fehérjék működésbe lépjenek. Sokan úgy gondolják, hogy a DNS metilációja egy a sokféle jelölő rendszer közül, mely pontosan a mobilis – vagy ha úgy tetszik parazita – genetikai elemek ellen alakult ki (Yoder et al. 1997).

A következő ötletünk az lehetne, hogy a genetikai komplexitást a valóban hasznosuló gének számával mérjük. Ezzel szemben a Humán Genom Program egyik igen meglepő eredménye az volt, hogy jóval kevesebb működő génünk van, mint azt korábban hittük (Lander et al. 2001). Szemben a korábbi 80-100 000-es közelítéssel, mára úgy tűnik, csak 30-35 000 génnel rendelkezünk, ami alig egyharmaddal több, mint a legtöbb gerinctelen élőlényé. Hogyan magyarázható, hogy ilyen kevés gén is elegendő egy komplex idegrendszerrel és immunrendszerrel rendelkező élőlény kialakításához?

Nyilvánvaló, hogy a funkcionálisan különböző gének száma csak nagyon durva mérőeszköze a biológiai komplexitásnak. Egyik lehetséges – ám korántsem tökéletes – feloldása a paradoxonnak, az alternatív splicing

(Szathmáry et al. 2001). Az mRNS finoman szabályozott kivágódási folyamatai révén egyetlen génnek számos alternatív fehérjeterméke lehet (az emberi genomban átlagosan három), melyek funkciói kisebb-nagyobb mértékben átfedhetnek egymással. Valóban, az alternatív splicing sokkal gyakoribb gerincesekben, mint egyes egyszéjtűekben.

Egyik sarkalatos példa az alternatív splicing fontosságára az emlősök szaglászervi receptorai. Ezek a fehérjék igen nagy variabilitást mutatnak (több ezret ismerünk), és ezek mindegyike különböző neuronokban kissé más szaganyagot érzékel. Ez a nagyfokú változatosság részben az alternatív splicing eredménye.

Vannak adatok ama nézet alátámasztására, mely a szervezetek biológiai komplexitásának genetikai alapját a gének közötti kölcsönhatások számával, s nem csupán a gének számával méri (Szathmáry et al. 2001). Valóban: az ilyen kölcsönhatásokban fontos ún. transzkripciós faktorok száma egyértelműen növekszik az élesztő–fonalféreg–gyümölcslevegő–ember sorrendben.

### *Honnan érkeznek génjeink?*

A bakteriális genom programok egyik fontos felfedezése az volt, hogy a különböző gének által állított leszármazási törzsfák nem vágnak egybe (Ochman 2001). Ez azt mutatja, hogy a különböző bakteriális gének eredete és leszármazási vonala más és más. Hogyan lehetséges ez? Ismert tény, hogy a szabadon élő baktériumok többsége képes új DNS szakaszt felvenni környezetéből, és azt beépíteni saját genomjába. Ezáltal gyakran igen távoli rokonságban lévő baktériumtörzsek is képesek géneket cserélni egymással. A gének horizontális átvitele révén a baktériumok képesek nagyon gyorsan alkalmazkodni új környezetükhöz. Bizonyíték van rá, hogy egyes törzsek így váltak rezisztenssé különböző szerekkel szemben, így tettek

szert új anyagcsereutakra, vagy így váltak éppen kórokozóvá.

Más szempontból is érdekes a horizontális géntranszfer. Ha valóban olyan gyakori, ahogy azt sok kutató véli (egyesek szerint a coli baktérium génjeinek 30 %-a horizontális transzfer révén került be a genomba), akkor a baktériumok génjeinek evolúcióját a leszármazási törzsfá helyett egy komplex hálózat jellemzi jobban.

Vajon mindez csak a bakteriális világ különlegessége, vagy az eukarióták körében találunk olyan géneket is, amelyek ilyen, közelmúltban bekövetkezett géntranszfer eredményei? Kissé pontosabban: szert tehetnek-e eukarióta élőlények bakteriális génekre horizontális transzfer révén? Kísérleti eredmények azt mutatják, hogy a mechanizmus szempontjából nem elvetélt elképzelés ez. Vírusok segítségével bakteriális gének sikeresen épültek be mind a humán, mind az élesztő genomba. Am egy dolog kimutatni, hogy egy mechanizmus működik, és egy másik dolog az, vajon az fontos volt-e az evolúcióban. Jelenthet-e bármilyen előnyt, ha egy eukarióta bakteriális génekre tesz szert?

A Humán Genom konzorcium kutatógárdájának egyik provokatív eredménye az volt, hogy számos (~200) olyan gént regisztráltak, mely szerintük bakteriális eredetű, és az emberi leszármazási vonalra néhány 10 millió évvel ezelőtt kerültek át (Lander et al. 2001). Azóta ezt több csoport is cáfolta, döntően módszertani hiányosságokra hivatkozva.

Bizonyos szempontból tényleg nehézkes ez az elképzelés. Ahhoz, hogy egy bakteriális gén tartósan öröklődhessen a humán genomban, nem elég, ha a szervezet tetszőleges sejtjét „fertőzi meg”. Testi sejtjeinkben tárolt információ nem, csak a csírasejtjeinkben (a pete- és hímivarsejtjeinkben) tárolt információ öröklődhet. Ezért a bakteriális gén csak a csíravonalba kerülve öröklődhet. Mindez nyilvánvalóan csökkenti a sikeres horizontális transzfer lehetőségét.

Két lehetőségünk van a probléma megkerülésére. Egyrészt vizsgálhatunk olyan egysejtű eukarióta élőlényeket, amelyek fagocitózissal táplálkoznak, és így bakteriális gének könnyebben kerülnek a citoplazmájukba. Másrészt vizsgálhatunk olyan endoszimbionta baktériumokat is, melyek valamilyen soksejtű eukarióta petesejtjének citoplazmájában helyezkednek el, és így adódnak át a következő generációnak. Az izellábúak és hengeresférgek gyakran hordoznak ilyen endoszimbionta baktériumokat. Az egyik leggyakrabban vizsgált baktérium csoport (a *Wolbachia*) megtalálható az izellábú fajok 70 %-ában, és a kapcsolat jelentős evolúciós múltra tekint vissza. Érdekes lenne látni, vajon találunk-e *Wolbachia*-specifikus géneket izellábúak genomjában. Az újabb genomprogramok hamarosan lehetővé teszik a kérdés tisztázását.

#### *A nyelvkészség génjei?*

Akár találunk bakteriális géneket a humán genomban akár nem, bizonyos, hogy génjeink többsége nagyon hasonló más főemlősökhöz. A csimpánz génekkel a hasonlóság meghaladja a 98 %-ot. Hogyan lehetséges, hogy ilyen kevés genetikai változás ilyen hatalmas különbségeket okoz, különös tekintettel agyunk fejlődésére és kognitív képességeinkre? Lehetséges, hogy egyes, emberre specifikus gének valamilyen módon egy-egy specifikus kognitív apparátus egészét képesek befolyásolni? Úgy tűnik igen, és erre a legérdekesebb példát azok a gének szolgáltatják, melyek mutációi a nyelvi készség megváltozását eredményezik (Bishop, 2002).

Az ötvenes évektől a pszichológusok és a nyelvészek egy része egyaránt azt hangsúlyozza, hogy a nyelvi készség elsajátítása nem csupán egy megerősítő tanulás eredménye. Szemben az akkor uralkodó behaviorista iskolával úgy vélték, hogy a nyelvi elsajátításának képessége egy, az agyban



lévő „nyelvi szerv” eredménye (Pinker, 1994). Fő érveik a következők voltak:

- a kritikus időszakban a gyermekek igen könnyedén sajátítják el az emberi nyelvet;
- a kevés hallott mondatból képesek általánosítani és soha nem hallott új mondatokat kifejezni;
- mindezt egy olyan korszakban, amikor más általános tanulási és kognitív képességek még viszonylag fejletlenek.

Valóban, számos olyan beszámoló ismert, melyben egy-egy specifikus agyi terület sérülése egy igen specifikus nyelvi rendellenességgel járt együtt.

Ezek az eredmények felvetik annak a lehetőségét, hogy a nyelv elsajátításának képessége legalábbis részben genetikailag meghatározott tulajdonság, mely evolúciós alkalmazkodás eredménye. Éppen ezért feltűnően érdekesek azok a családta vizsgálatok, melyek kimutatták egyes specifikus nyelvi rendellenességek örökölhetőségét. A Humán Genom Program segítségével pedig egy éve sikerült lokalizálni azt a gént is, amelynek meghibásodása egy bizonyos családban specifikus nyelvi rendellenességhöz vezet (pl. a múlt idő vagy a többes szám képzésénél), anélkül hogy a beteg általános kognitív képességeit nagyban érintené (Lai et al. 2001). Noha az érintett családtagok egy részénél nem-verbális fogyatékoság is jelentkezik, ennek foka messze elmarad a verbális képességek érintettségétől. A legtöbb érintett családtag önálló, munkakereső életet él.

Érdekes módon a gén a transzkripció faktorok családjába tartozik, és többek között az agy fejlődése során más gének kifejeződését befolyásolja. Nagyon érdekes lenne tudni, hogy e gén hogyan befolyásolja egyes agyterületek finomstruktúráját. Figyelemre méltó, hogy az inkriminált gén az egérben is megtalálható: köztük és köztünk e génben mindössze négy pontmutáció a különbség.

Szintén érdekes, hogy a csimpánzok e génje csak két nukleotidban különbözik az egéرتől! Megjegyzendő, hogy más emberekben, ahol hasonló specifikus nyelvi károsodást észleltek, e gén normálisnak mutatkozott, míg más gének gyanússá váltak. Ez összefér ama elképzeléssel, miszerint egy ilyen bonyolult képességet, mint amilyen a nyelvi kompetencia, számos ún. hajlamosító gén együttes befolyása alapoz meg.

### *Az agy fejlődése*

Sokat várunk a főemlősök genomjának részletes felderítésétől is (Hacia, 2001). Azt már most is tudjuk például, hogy az emberben a szaglást jóval kevesebb gén befolyásolja, mint a csimpánzokban vagy a gorillákban – ez részben magyarázhatja a köztük lévő viselkedésbeli eltéréseket is. Ennél azonban talán jobban érdekli az embereket az agyat befolyásoló genetikai háttér eltérése köztünk és az emberszabású majmok között – elvégre a fent taglalt nyelvi kérdés is erre vezethető vissza. Az agy egyes területei, mint pl. az agykéreg az emberben jelentősen megnövekedett az evolúció során. E feltűnő makroanatómiai sajátosság mikroszkopikus szinten egyéb különbségekkel egészül ki. Fontos lesz megvizsgálni az egyes neuron-típusok viszonylagos számának alakulását is. Érdekes, hogy az ún. orsó neuronok csak a csimpánzokban, a gorillákban, az orangutánokban és az emberekben fordulnak elő, máshol nem. A csimpánzokban és az emberekben különösen sok van belőlük, s az ember orsó neuronjai nagyobbak. Elhelyezkedésük arra utal, hogy szerepet játszhatnak a nyelv kialakulásában.

Végezetül talán nem felesleges megemlíteni egy fontos felismerést. Úgy tűnik, hogy a legfontosabb genetikai változások nem annyira a gének fehérjét kódoló régióját érintik, mint inkább a gének kifejeződési mintázatát az egyedfejlődés során. Valóban, számos bizonyítékunk van arra, hogy a genetikai

szabályozó mechanizmusok megváltozása gyökeres funkcionális különbségeket eredményezhet.

Kulcsszavak: *genomtan, evolúció, komplexitás, genetika, ember, nyelvkészség, kodon, szelekció*

---

#### IRODALOM

- Bernardi, G. (2000). Isochores and the evolutionary genomics of vertebrates. *Gene* 241, 3-17.
- Bishop, D. V. M. (2002). Putting language genes in perspective. *Trends Genet.* 18, 57-59.
- Hacia, J. G. (2001). Genome of the apes. *Trends Genet.* 17, 637-645.
- Hurst, L. D. (1999). The evolution of genomic anatomy. *Trends Ecol. Evol.* 14, 108-112.
- Lai, C. S., S. E. Fisher, et al. (2001). A forkhead-domain gene is mutated in a severe speech and language disorder. *Nature* 413, 519-23.
- Lander, E. S., L. M. Linton, et al. (2001). Initial sequencing and analysis of the human genome. *Nature* 409, 860-921.
- Maynard Smith, J. and E. Szathmáry (1995). *The Major Transitions in Evolution*. Freeman, Oxford [magyarul (1997) *Az evolúció nagy lépései*. Scientia, Bp]
- Ochman, H. (2001). Lateral and oblique gene transfer. *Curr Opin Genet Dev* 11, 616-9.
- Powell, J. R. and E. N. Moriyama (1997). Evolution of codon usage bias in *Drosophila*. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 94, 7784-7790.
- Szathmáry, E., F. Jordán, and C. Pál (2001). Molecular biology and evolution. Can genes explain biological complexity? *Science* 292, 1315-1316.
- Venter, J. C., M. D. Adams, et al. (2001) The sequence of the human genome. *Science*. 291, 1304-1351.
- Wolfe, K. H., P. M. Sharp, et al. (1989). Mutation rates differ among regions of the mammalian genome. *Nature* 337, 283-285.
- Yoder, J. A., C. P. Walsh, et al. (1997). Cytosine methylation and the ecology of intragenomic parasites. *Trends Genet.* 13, 335-340.



# POPULÁCIÓGENOMIKA

## Kapocs az evolúció és az orvosi genetika között

Raskó István

MTA SZBK Genetikai Intézet – rasko@nucleus.szbk.u-szeged.hu

2000 közepén Arany Sas törzsfőnök, az Egyesült Államok egyik mohikán indián közösségének tagja DNS tesztekkel kívánta bizonyítani indián származását és jogát Ellis sziget birtoklására (ősei jogán), ahol kaszinót kívánt építeni. Létezik-e *indiángén*, lehet-e humán populációk között genetikai szintű különbségeket találni, hozott-e a Humán Genom Program valamilyen nem várt eredményt ezen a téren, és milyen fejlemények várhatók a jövőben? Ezekkel a kérdésekkel foglalkozik ez az összeállítás.

Mielőtt a populációgenomika jelenlegi helyzetét és az itt kapott eredmények orvosi jelentőségét tárgyalnánk, fussunk át néhány érdekes tényen. Hanka és Ludwik Herschfeld 1919-ben, a Lancetben közzétették a különböző „rasszok” közötti szerológiai különbségeket leíró tanulmányukat, a macedón hadszíntéren harcoló katonák körében végzett kutatásaik eredményeként. Azt találták, hogy míg az A vércsoport inkább az Európából származó katonáknál fordult elő, addig a B vércsoport az indiai hadseregben volt igen gyakori. Munkájuk eredményeként azt a konklúziót lehetett levonni, hogy azok a népcsoportok, amelyek hasonló vércsoport-összetételűek, valószínűleg közös evolúciós történettel bírnak. Herschfeldék furcsa dolgokat is találtak, például a vércsoport-megoszlás a madagaszkári és az orosz katonák között majdnem azonos volt, s ez – ha következtetések akarunk lenni – azt suggerálja, hogy valamikor volt a történészek által egy eddig nem ismert orosz invázió

Madagaszkáron, vagy malagasy invázió Oroszországban, és innen a genetikai rokonság. Természetesen ez így nem lehet igaz. Ami történt, az a vizsgálatra használt egyetlen genetikai rendszerből következett, így némi következtetésük helyes volt, mások tévesek. Ha több gén előfordulási gyakoriságát hasonlítják össze, akkor nem történt volna meg „Oroszország madagaszkári inváziója”, de a többféle genetikai variáció összehasonlításával is csak egyetlen következtetés vonható le: azok a populációk, amelyek egymáshoz hasonló génfrekvenciákkal rendelkeznek, valószínűleg rokonságban vannak egymással. A gének szintjén kimutatható különbözőségeknél vagy polimorfizmusoknak a mértéke genetikai történetünk, rokonsági fokunk genetikai ujjlenyomataként” szolgál. Miután a populációk szétválása genetikai differenciációval kísért, a genetikai különbségek mintázatát az evolúció rekonstrukciójára használhatjuk. A genetikai távolság és rokonság alapján származási fák rajzolhatók, ahol a populációk a fa különböző „ágára” térképezhetők. Kérdés azonban, hogy mit tekintünk populációnak. Ahogy az előzőekben láttuk, nemzeti, kulturális, nyelvi alapon azonosított populációk az ilyen evolúciós fák alkotásánál nem igazán alkalmazhatók. 1987-ben áttörést jelentett egy, Wilson, Cann és Stoneking által jegyzett *Nature*-cikk. Itt nem nemzeti alapon elkülönült populációk, hanem a világ különböző földrajzi régióiból származó egyének elhelyezése történik az evolúciós fán, mitokondriális

DNS-ük polimorfikus szerkezete alapján. Az evolúciós fa nagy ágain található egyének általában azonos földrészről származnak, de vannak kivételek, amikor afrikai vagy ázsiai európaiakkal áll közelebbi rokonságban, és fordítva. Ez alátámasztja azt a tényt, hogy a biológiai evolúció nem populációk szintjén, kultúrális, nyelvi alapokon, hanem individuálisan következett be. A mitokondriális származási fa azt is mutatja, hogy valamennyi, a föld felszínén jelenleg élő emberfajta egyetlen afrikai őshöz vezethető vissza, aki mintegy 150 000 évvel ezelőtt élt. Ezt a számot úgy kapjuk meg, hogy ha a mitokondriális genom mutációs rátáját „evolúciós molekuláris óráként” használjuk. Az emberiség eredetének „out of Africa” hipotézise mellett egyesek azt feltételezik, hogy a modern emberfajta a világ különböző részein egymással párhuzamosan alakultak ki, ez a multi-regionális fejlődési hipotézis. A modern emberek afrikai származását támasztja alá az a tény, hogy a teljes mitokondriális DNS-szekvencia adatai alapján végzett vizsgálatok szerint egyes afrikaiak közelebb állnak az európaiakhoz és az ázsiaiakhoz, mint egyéb afrikaiakhoz. Ezt támasztják alá egyéb genetikai bélyegek vizsgálatai is. Ezek szerint az afrikaiak és nem afrikaiak szétválása 50-80 000 évvel ezelőtt következett be, más adatok szerint ez 100 000 évvel ezelőttre tehető. Genetikai adatok szerint a modern, nem afrikai népcsoportok mintegy 10 000 afrikai származású egyéntől eredeztetethetők.

Honnan származnak az európai populációk génjei? A *Homo sapiens sapiens* 40 000 évvel ezelőtti, európai jelenléte már paleontológiai adatokkal bizonyított. De az európai népesség génkészletének milyen frakciója származhat ezektől a korai telepe-sektől és mennyi a későbbi bevándorlóktól? A régi populációk folyamatainak megértéséhez a jelen genetikai variációk mintázatának analízisével, értelmezésével is eljuthatunk. Európa genetikai diverzitása valószí-

nűleg tükrözi az archeológiai adatokkal is alátámasztott, első benépesedést a paleolitikumban, kb. 40 000 évvel ezelőtt, a jégkorszak utáni populáció-robbanást és a neolitikumban bekövetkezett, Közel-Keletről történő populáció-áramlást a földművelés elterjedésével egy időben, K.e. 10 000-ben (ez azt is jelenti, hogy a földművelés a Közel-Keletről Európa többi részébe populációk mozgásával és nem a kultúrális érintkezéssel terjedt el).

A régi és mai populációk rokonsági viszonyai megértésének, a régi populációk mozgása meghatározásának módszere lehet a régi és a mai populációk genetikai jellegzetességeinek összevetése. Erre a kutatóknak csak az utóbbi időben nyílt lehetőségük. Szerencsére őseink nemcsak építészeti, művészeti emlékeket és egyéb tárgyakat hagytak ránk, hanem génjeiket is, mégpedig nem csak örökített formában, hanem ténylegesen, az ásatásokkal feltárt csontokból kinyerhető DNS formájában. Ezt a dezoxiribonukleinsavat archaikus DNS-nek (*aDNS*) nevezzük. Azt a tényt, hogy a DNS megőrzi szerkezetét a régi biológiai leletekben is az a kísérlet bizonyította, amelyben az argentinai Santa Rosa de Tastil mellett végzett ásatási területen talált, mintegy 550 éves *Canna compacta* magot sikeresen kikeltették. Az intakt DNS létét emlísmaradványokban Higuchi és Wilson közleménye bizonyította 1984-ben, amikor egy 140 éves, múzeumban őrzött, kipusztult lófajta, a quagga bőréből rövid mitokondriális DNS szakaszt izoláltak, és ennek segítségével ezt az állatot a lovak és zebrák filogenetikai fáján elhelyezték. Nemsokkal ezután az uppsalai egyetemről Pääbo egy egyiptomi fiatalember 2400 éves múmiájából izolált DNS-t. Bár mindkét közlemény jelentős érdeklődést keltett, azokat inkább kuriózumként kezelték, mindaddig, míg 1985-ben Kary Mullis nem közölte zseniális találmányát, a polimeráz láncreakció technikáját. Az eljárás segítségével ugyanis

mód nyílik eredetileg kis mennyiségű DNS szakaszok felszaporítására és a keletkezett termék közvetlen szekvenálására, az összetételét meghatározó DNS bázisok sorrendjének megállapítására. Ennek a technikának az alkalmazásával ezután három közlemény is megjelent sikeres *aDNS* preparálásról; egy 7000 éves, tözegen megőrzött emberi agyból, egy 4000 éves múmia májából és a már kipusztult erszénes farkas bőréből. A közlemények igazán a 90-es évek elejétől szaporodtak meg, amikor is nyilvánvalóvá vált, hogy a DNS nemcsak extrém körülmények között (múzeumban tárolt múmiákban, állatbőrökben vagy tözegen talált emberi maradványokban) maradhat meg, hanem gyakorlatilag minden biológiai maradványban. A genetika egy új ága született meg: a régészeti genetika.

Populációk rokonsági viszonyainak meghatározásánál *aDNS* esetében vagy az anyai öröklődést mutató mitokondriális DNS markereket, vagy az apai öröklődésű Y kromoszómális szakaszokat alkalmazzák.

A mitokondrium az eukarióták sejtjeibe valamikor az ősidőkben bekerült baktérium „kövülete”. Sejtenként átlagosan néhány ezer példányban fordul el. Önálló genommal rendelkezik, mérete az ember esetén 16 569 bázispár, amely egy átlagos humán kromoszómának csak mintegy 1/8000 része. A sejtenkénti nagy mitokondriumszám miatt mégis a sejt összes DNS mennyiségének mintegy 0,5-1,0 %-át jelenti. A genomja kétösszálú, kör alakú molekula, amelynek két láncát (H és L) a guanin ill. a citozin tartalmuk alapján választják el. A mitokondrium genomjának 93 %-a kódoló szekvencia, kevés ismétlődést tartalmaz, csak nagyon rövid intronokat találunk benne. 37 gént hordoz, kb. 450 bázispár jut egy génre.

A két lánc átíródása és transzkripciója mind térben, mind időben elkülönülő folyamat. A leghosszabb, mintegy 1200 bázispáros, nem kódoló szakasz – az ún. D-loop régió

– a H lánc átíródási kezdőpontjának közelében található. Ezen a területen a H lánc replikációja során átmeneti hármas szálú struktúra jön létre, és az így egyszálúvá vált régi H lánc ki van téve a mitokondrium oxidoredukciós tevékenysége eredményeképpen nagy mennyiségben jelenlévő oxigén szabadgyökök – elsősorban pontmutációt okozó – hatásának.

A mitokondriális genomhoz nem kapcsolódnak sem hisztonok, sem más fehérjék, amelyek védelmet nyújtanának a DNS-t érő mutagén hatások ellen. Nincs jelen a mitokondriumban excíziós reparációs rendszer sem, amely lehetővé tenné a bekövetkezett pontmutációk kijavítását. A mitokondrium anyai ágon öröklődik, az anyai öröklődési menetet mutató mitokondriális DNS-t tekintve a legközelebbi rokonságban a testvérek állnak egymással, míg az anya és az ő mitokondriális DNS-ük között csupán egy nemzedéknyi mutációs különbség van.

A mitokondriumok öröklődése során nem játszódik le rekombináció (vagy csak igen-igen ritkán). Ez különösen alkalmassá teszi az anyai öröklődési vonalak nyomon követésére. Ha a mitokondriális mutáció kódoló régiót érint, súlyos, nemegyszer halálos betegségek fejlődhetnek ki az érintettekben, és ezáltal az ilyen mutációk a populációkból elvesznek. Ha a mutáció nem kódoló, genetikailag közönbös szakaszt érint, akkor az nem szelektálódik ki, és új mitokondriális DNS polimorfizmusként mutatható ki az utódokban. A populációban megtalálható legtöbb ilyen polimorfikus mutáció nagyon régen keletkezett és homoplazmiát mutat, azaz minden sejtben egyforma típusú polimorfizmust hordozó mitokondrium található. A nem kódoló, D-loop szakaszon bekövetkező mutációk gyorsan rögzülhetnek a genomban illetve a populációban, hiszen erre a régióra evolúciós, szelekciós nyomás nem nehezedik. Ennek eredményeképpen a mitokondriális D-loop szakaszra

jellemző mutációs ráta a nukleáris genom átlagos mutációs rátájának több mint tízszerese. Ezért ez használható az előzőekben már említett molekuláris evolúciós óráként is. A mitokondriális D-loop szekvencia analízise tehát lehetőséget nyújt a populációk genetikai eredetének vizsgálatára.

Az Y kromoszóma-markerek vizsgálatának populációgenetikai célja a mai Y kromoszómák evolúciós fájának megszerkesztése, ill. a különböző populációkban előforduló különböző Y kromoszómák frekvenciájának meghatározása. Rokon populációk hasonló frekvenciákat, az egymással nem rokon népcsoportok lényegesen eltérő Y kromoszómás mintázatot mutatnak, ahogy ezt az előzőekben más genetikai jellegzetességek kapcsán is említettük. Hasonlóan a mitokondriális DNS-hez, az Y kromoszómának az a szakasza, amely a populációgenetikai vizsgálatokban használatos, a meiózis során nem rekombinálódik (szemben a szintén Y kromoszómális pszeudoautoszómális szakasszal). A PCR vizsgálatokhoz mini- és mikrosatellita ismétlődéseket alkalmaznak, amelyek nagy polimorfizmust mutatnak egy populáción belül (a mini- és mikrosatelliták a genomban véletlenszerűen előforduló bázisismétlődések). Az *aDNS* vizsgálata esetén problémát jelenthet, hogy szemben a mtDNS-sel, a kópiaszám a mintákban alacsony, miután csak egyetlen Y kromoszóma található a férfiak minden egyes sejtjében.

A molekuláris genetikai eredmények teljesebbé teszik a régészeti leletek eredményeit, amikor egy temetkezési helyen talált csontok vizsgálatával megadható az egyének rokonsági viszonya, két egymástól távolabbi ásatásnál talált leletekből meghatározható az ott élő populációk rokonsági foka. Erre pedig kizárólag a molekuláris genetikai vizsgálatok képesek! A molekuláris genetikában azonban a legnagyobb segítséget az egyes népek vándorlási útvonalának azonosításában adja. Segítségével megadható

egy népek származási fája, genetikai rokonsági viszonya. Ezek a vizsgálatok tisztázták a prehisztórikus Japán betelepülésének történetét, az Óceániai szigetek népeinek eredetét, vagy az Újvilág humángenetikai történetét.

A humán genom első piszkozati példányának elkészültével már számos olyan következtetés nyert bizonyítást, amelyre a kutatóknak más genetikai forrásokból is voltak információik. Kiderült, hogy a genom szintű eltérés az egyes emberek között kisebb, mint pl. az emberszabású majmokban. Két ember között 0,2-0,4 százalékos eltérés lehet a genom szintjén – ez sokkal kisebb, mint két csimpánz közötti eltérés. Az eddig rendelkezésre álló adatok szerint egy csimpánz genom csak 1 %-ban tér el egy emberi genomtól. Ebben az 1 %-ban keresendő tehát az a genetikai jellegzetességünk, amely elkülönít bennünket az összes többi állattól.

Megállapították, hogy az emberi genomban véletlenszerűen előforduló, a nukleinsav bázisok szekvenciája szintjén megnyilvánuló eltérések, az ún. egyetlen nukleinsav bázis polimorfizmusok (SNP), mintegy minden ötszázadik bázisnál fordulnak elő. Ugyanakkor génjeink nagy része evolúciósan konzerválódott, például 10 %-uk hasonló az ecetmuslicáéhoz. Egyébként az emberi genom által meghatározott 1278 fehérjecsald közül csak 94 jellemző a gerincesekre, az összes többi hasonló az egyéb élőlényben megtalálható, főként az alapvető sejtműködésben szerepet játszó fehérjékhez. Ez is molekuláris bizonyítékkal támasztja alá a darwini evolúciós elmélet igazát. A Humán Genom Program új lehetőségeket nyitott fajunk genetikai variációinak elemzésében. Ma már képesek vagyunk egész genomális szakaszok összehasonlítására. Mivel a genetikai komponensű betegségek kialakulásáért felelős génhibák genetikai variációkként is értelmezhetők, nyilvánvalóan ezen variációk alapját képező evolúciós folyamatok megértése

esszenciális a komplex betegségek kialakulásáért felelős gének azonosításában.

Vannak olyan emberi tulajdonságok, amelyek földrajzi kapcsoltságot mutatnak. Ezek a tulajdonságok általában környezeti szelekciós hatásokra alakultak ki és maradtak fenn a különböző populációkban. Néhány ilyen tulajdonság genetikai háttere már ismert. Bár a bőr pigmentáltságát több gén szabályozza, megállapították, hogy az angoloknál és az íreknél megfigyelhető fehér bőr és vörös haj kapcsolatban van egy hormon receptor (melanocita stimuláló hormon receptor) génjének egyik variációjával. Az afrikai lakosság ennek a génnek egy ősi variánsát hordozza.

Földrajzi tagozódást mutat a tej alapú táplálékok emésztésének képessége is. Az Európából származó embereknél a laktóz tolerancia (az a képesség, hogy felnőtt korban is képesek a tejet megemészteni) a normális állapot. Azonban a világ teljes népességének 70 %-ánál a laktóz intolerancia a normális állapot. Mindenki képes a tej emésztésére kb. ötéves korig (egyébként nem tudnánk anyatejjel táplálkozni), de azután a felnőtté válás során a legtöbb ember ezt a képességét elveszti. Azok, akiknél a laktóz tolerancia megmarad általában olyan populációkból származnak, amelyeknél az évezredek során a tejtermékek adták táplálékuk nagyobb részét. A legtöbb ilyen csoport európai volt.

A különböző populációk genetikai variációinak megismerése a populációk szintjén megmutatókozó eltérő betegség-hajlam megértéséhez vezet. Érdekes a sarlósejtes anémiát okozó mutáció szelekciós előnye. Egy kenyai származású kutató ismerte fel, hogy a betegség előfordulása kapcsolatba hozható a malária elterjedésével. Ahol a malária előfordult, azokban régiókban volt sarlósejtes anémia is. Az ismert, hogy ez a súlyos betegség azoknál jelentkezik, akik két példányban hordozzák a mutáns gént (homozi-

góták). A betegség tüneteit nem mutató, csak egyetlen hibást gént hordozó heterozigóták ellenállóak a maláriafertőzéssel szemben. Ez a tulajdonság megmaradt a rabszolgáként az Egyesült Államokba hurcolt feketék utódaiban is, bár ott nincs malária, de a betegség még jelentkezik. Az utódok tehát súlyos árat fizetnek az ősök kedvező rezisztenciájáért. Miután a maláriát okozó szúnyogok az Egyesült Államokban nem fordulnak elő, és a betegségre hajlamosító mutáció tesztelése folyamatban van, hosszú távon az várható, hogy ez a mutáció eltűnik a populációból.

Hasonló kapcsolat létezik a cisztás fibrózis és a tífuszfertőzéssel szembeni rezisztencia között is. A cisztás fibrózis, amely az esetek egy részében igen súlyos, halálos genetikai betegség, hasonlóan a sarlósejtes anémiához, csak a homozigótákban okoz tüneteket, azoknál tehát, akik mindkét kóroki génben mutációt hordoznak. A cisztás fibrózist okozó mutáció az európai lakosságnál gyakrabban fordul elő, mint az ázsiaiaknál. A mutáció európai elterjedését elősegíthették a középkori európai nagyvárosok ismétlődő tífuszjárványai, mivel a mutációt hordozó, tünetmentes heterozigóták ellenállóak a tífusszal szemben. A tífuszt okozó salmonella baktérium ugyanis a gén vad típusát használja a fertőzés kialakításához.

A CCR5 egyes immunsejtek felszínén található kemokin jelátviteli molekulákat kötő receptor. Ez a kölcsönhatás az immunsejtek aktivációját és a sejteknek a gyulladással helyekhez történő migrációját eredményezi. Az AIDS okozója, a HIV vírus az immunsejtekbe jutásához ezt a receptort is bitorolja. Mivel a receptornak vannak mutáns formái is, a mutációt homozigóta formában hordozóknál HIV rezisztencia fordul elő (jelenleg egyetlen homozigóta személyről tudnak, aki HIV pozitív). A mutációra nézve az európai populáció 1 %-a homozigóta, 10-20 %-a heterozigóta. Ázsiaiaknál és afrikaiaknál a mutációt eddig nem tudták kimutatni. A mutá-

ció európai elterjedését magyarázhatja az a tény, hogy ez védettséget biztosít a pestisfertőzéssel szemben. Valószínűleg a mintegy hétszáz évvel ezelőtt pusztító nagy járvány túlélői adták tovább ezt a tulajdonságot, amely az AIDS járvány megjelenésével új értelmet kapott.

A klasszikus vércsoportok „védő hatása” régen ismert. Kiderült ugyanis, hogy a különböző vércsoportú egyének eltérően érzékenyek a kolerafertőzésre. A 0-s vércsoportúak a legérzékenyebbek, míg az AB-s vércsoportúak a leginkább immunisak (persze nekik sem ajánlott a Gangesz vizét inni). A 0-s vércsoportnak is van előnye, bizonyos védelmet nyújt a maláriás és a szifilisz fertőzések ellen.

Érdekes az Alzheimer kórra és érelmeszesedésre hajlamosító apolipoprotein genetikai variánsok populációs megoszlása. Ennek a génnek fontos szerepe van a koleszterin anyagcserében. Az egyik genetikai variáns, az APO E 4 hajlamosít mind Alzheimer kórra, mind korai infarktusra. Ennek a variánsnak háromszorosa az előfordulási gyakorisága a svédekénél és finneknél, mint az olaszoknál. Nagyjából hasonló a koronária betegségek megoszlása is. Ez a variáns európaiaknál átlag 30 %-ban, keleti népeknél 15 %-ban, feketéknél 40-50 %-ban fordul elő. Ez valószínűleg az évezredek alatt kialakult étkezési szokások miatt van így. Azok a népcsoportok, amelyeknél magas arányban fordulnak elő a hordozók, történetük során zsirszegény étrenden éltek, ezért ha ők európai, vagy amerikai szokásoknak megfelelően elkészített táplálékot fogyasztanak (pl. hamburgert sült krumplicsal), megnő a valószínűsége annak, hogy korai szívinfarktust kapnak.

A Humán Genom Program eredményeként szervezett formában indult meg a genetikai különbözőségek kilakításában résztvevő, egyetlen nukleinsav bázis polimorfizmus (SNP) formájában jelentkező eltérések azonosítása, miután az SNP-k génen belül is megtalálhatók, génspecifikus jelként használhatók és laboratóriumi robotokkal tipizálhatók.

Az így azonosított genetikai markerek a populáció szintjén alkalmazhatóak arra, hogy megállapítsák az asszociációs fokukat a gyakran előforduló, komplex multifaktoriális betegségekkel. Így meg lehet állapítani egy populáció fogékonyságát egy adott kórképre nézve. Hasonlóan igen hasznos, és a gyógyításban is alkalmazható információ lehet a bizonyos betegségekkel szembeni, populáció-szintű rezisztencia genetikai okainak megfejtése. Ilyen céllal nemzeti programok indultak Izlandon, Észtországban és Angliában. A programok ellenzői szerint a legnagyobb veszély az azonosított gének kommerciális felhasználása, az egyének genetikai identitásának sérülése. Az ellenzők azt is felvetik (joggal), hogy ún. tiszta populációk csak elvétve találhatók a Földön, és a nyert adatok antropológiai szempontból használhatatlanok lesznek.

Végül: létezik-e a bevezetőben említett „indián gén”? Mint ahogy nem létezik „magyar gén”, úgy nincs „indián gén” sem. Van olyan genetikai variációk, amelyek bizonyos népcsoportoknál gyakrabban fordulnak elő, és szerencsétlen esetben ezek betegség-hajlammal is járnak, általában azonban a genetikai diverzitás emberi fajunk, minden egyes ember egyediségének a meghatározója.



# FARMAKOGENETIKA, FARMAKOGENOMIKA ÉS GYÓGYSZERKUTATÁS

Arányi Péter

a biológiai tudomány doktora, Chinoín Rt. – peter.aranyi@sanofi-synthelabo.com

A biológia tudományának rohamos fejlődése következtében a gyógyszerkutatásban fontos új fogalmak születtek a múlt század 90-es éveiben (1. táblázat), melyeket egyre gyakrabban olvashatunk a tudományos ismeretterjesztő irodalomban, sőt a napi sajtóban is. Jelen közlemény szempontjából legfontosabb a címben is szereplő farmakogenomika, egy születőben lévő alkalmazott tudományág neve.

Igen régóta ismert, hogy egyes betegségek iránti hajlam öröklődő, tehát genetikailag meghatározott tulajdonság. Hasonlóképpen az egyes gyógyszerekkel szembeni érzékenység mind a hatékonyság, mind a mellékhatások tekintetében részben genetikailag meghatározott, erőteljes egyedi eltéréseket mutat. Molekuláris genetikai ismereteink fejlődésével növekvő számban sikerült azonosítani mind az úgynevezett betegség géneket, melyek bizonyos betegségek kialakulását okozzák vagy arra hajlamosítanak, mind pedig azokat a genetikai polimorfizmu-

sokat, melyek a gyógyszerek hatásait az egyedekben meghatározóan befolyásolják.

Természetesen a humán genom első vázlatának publikációja (F. Collins és mtsai, 2001, J. C. Venter és mtsai, 2001), ill. az adatok folyamatos elemzése rendkívüli lökést adott a gyógyszeriparnak az új hatóanyagok kutatásában-fejlesztésében, ami a genomika eredményeinek egyre nagyobb súllyal történő felhasználását jelenti a kutatási stratégiákban.

A *farmakogenomika* a humán genetikai polimorfizmus tanulmányozásával a gyógyszerek hatásainak és mellékhatásainak eltérő mértéket kívánja molekuláris szinten megérteni és megmagyarázni. Mások szerint (Pickar és Rubinow, 2001) ide kell érteni a gyógyszer hatásmechanizmus megértésén és az eltérő egyéni hatás hátterében álló polimorf gének tanulmányozásán túlmenően a genetikai polimorfizmus figyelembe vételével kivitelezett klinikai vizsgálatokat is.

Egy némileg szűkebb értelmezés a farmakogenomikát a gyógyszerek indukálta

Genom: egy szervezet teljes DNS szekvenciója

Proteom: A genom által kódolt összes fehérje

Transzkriptom: A genomról átírt RNS-ek összessége

Polimorfizmus: A genom olyan részlete, mely egy populáció egyes tagjaiban eltérő lehet. Csak azokat a variánsokat tekintjük polimorfizmusnak, melyek a populáció jelentékeny számú (>1%) egyedeiben fordulnak elő.

SNP (Single nucleotide polymorphism): Olyan polimorfizmus, melyet egyetlen nukleotid cseréje okoz.

1. táblázat • Farmakogenomikai alapfogalmak

génexpresszióra, tehát a funkcionális genomika egy részterületére korlátozza. A *farmakogenetika* jóval korábban született tudományág. A farmakogenomika részterületének tekinthető, a gyógyszer metabolizáló enzimek polimorfizmusával és annak következményeivel foglalkozik.

#### *A gyógyszerhatás betegenként eltérő lehet*

Már az 1950-es években dokumentálták az isoniazid kezelés következtében egyes betegeknél fellépő neuropátia és az acetiláló képesség örökletes defektusa közti kapcsolatot (Prince-Evans és mtsai, 1960). A cytochrom P450 enzimek klinikailag releváns polimorfizmusa is hosszabb ideje ismert. A CYP2D6 klónozása volt az első lépés a gyógyszerhatás egyéni variabilitásának megismerése irányába, amit a géncsalád többi tagjának klónozása követett, még jóval a humán genom megismerése előtt.

A gyógyszer metabolizmus két fázisra osztható. Az első fázisban döntően oxidációs vagy hidrolitikus folyamatok, a másodikban konjugációs lépések zajlanak. Mindkét fázis enzimjei közül többnek polimorfizmusa befolyásolja egyes gyógyszerek hatékonyságát vagy toxikus mellékhatások megjelenését (2. táblázat).

A gyógyszer hatóanyagok molekuláris célpontjai (target) azok a makromolekulák, általában fehérjék, tehát a humán<sup>1</sup> proteom részei, melyekhez kapcsolódva működésük közvetlen befolyásolásával a gyógyszer-molekula kifejti hatását.

Ezen molekuláris célpontok polimorfizmusa szintén meghatározó lehet a gyógyszer hatékonysága szempontjából. A b-adrenerg receptor polimorfizmusa például az asztmás betegek b-agonista terápiáját befolyásolja,

<sup>1</sup> Egyszerűség kedvéért tekintsünk el a fertőző betegségek kezelésében alkalmazott gyógyszerek molekuláris célpontjaitól, melyek bakteriális, virális stb. eredetűek is lehetnek.

az angiotenzin konvertáló enzim (ACE) polimorfizmusa pedig az ACE gátlók és a b-blokkolók hatékonyságát is érinti. A skizofrénia kezelésében széles körben használt atipusos neuroleptikum clozapine a hagyományos kezelésre nem reagáló betegek 30-40 %-ánál hatásos, más betegeknél pedig teljesen hatástalan. A clozapine pontos hatásmechanizmusa nem tisztázott, de (egyik) molekuláris célpontja az 5-HT<sub>2A</sub> szerotonin receptor. Ennek polimorfizmusa és a clozapin hatás között több klinikai vizsgálat mutatott ki pozitív asszociációt (Pickar és Rubinow, 2001). A molekuláris célpont heterogenitásán kívül az adott betegség patogenezisében résztvevő gének polimorfizmusa is befolyásolhatja a gyógyszer hatását. Az Alzheimer betegség előfordulásának kockázata jelentősen magasabb az APOE gén E4 alléljét hordozó egyedekben. Számos klinikai vizsgálat mutatott asszociációt az E4-negatív genotípus és a tacrin, vagy más kolineszteráz gátlók hatékonysága között.

#### *Klinikailag releváns polimorfizmusok*

Annak ellenére, hogy a betegségek kialakulásában szerepet játszó gének hosszú sorát azonosították (lásd fent), továbbá a gyógyszerhatást befolyásoló polimorf gének közül is soknak derült fény szerepére még a humán genom vázlatos megismerése előtt (számuk folyamatosan nő), ma még csak az elején vagyunk annak az útnak, amely a genomika alkalmazásával kifejlesztett hatékony, új gyógyszerek családjához vezet. Az ismert betegség-gének döntő hányada monogénes betegségek kialakulását okozza. A leggyakrabban előforduló betegségek viszont komplex genetikai hátterűek, klinikai manifesztációjukhoz több gén hajlamosító alléljének egyidejű jelenléte szükséges. Ugyancsak több gén polimorfizmusa állhat egyes gyógyszerek hatás- és mellékhatásspektruma egyedi variációinak hátterében. Hogy melyek ezek a gének, azt olyan klini-

Géntermék (a proteom része)	Gyógyszer hatóanyag	Polimorfizmus okozta hatás
CYP2C9	Warfarin	Csökkent antikoaguláns hatás
CYP2C19	Tolbutamid	kisebb hatásos dózis
N-acetil-transzferáz	Omeprazol	hatásosabb H.pilori eradikáció
$\beta_2$ -adrenoreceptor	Isoniazid	hepatotoxicitás
ACE	$\beta_2$ -agonisták	változó hatékonyság asztmában
ACE	ACE inhibitorok	csökkent válasz DD polimorf egyedeknél
ACE	$\beta$ -blokkolók	Erőteljesebb válasz DD polimorf egyedeknél
5-HT <sub>2A</sub> receptor	Clozapine	Schizophren betegek változó válasza
APOE	Tacrin	E4 allél hordozók csökkent terápiás válasza

**2. táblázat • Gyógyszerhatást befolyásoló polimorfizmusok**

Az eredeti irodalomra vonatkozó hivatkozásokat tartalmazza pl. Evans és Relling, 1999; Roden és George, 2002.

kai vizsgálatok deríthetik ki, melyekben a gyógyszer hatásosságának lehetőleg kvantitatív meghatározását a gyógyszerhatásban feltehetően szerepet játszó gén (candidate gene = jelölt gén) polimorfizmusának vizsgálatával egészítjük ki. A génvariáns megjelenése és a gyógyszerhatás (mellékhatás) közötti asszociáció analízise vezethet a tényleges jelentőséggel bíró polimorfizmusok nyomára. A jelölt gén megközelítéssel szemben a genom egészére kiterjedő gyógyszerhatás – genetikai kapcsolat elemzése is lehetséges, ha genetikai markerként az egyetlen nukleotid megváltozásából adódó polimorfizmusokat (SNP) használjuk. Az SNP a leggyakrabban előforduló, bár korántsem egyetlen polimorfizmus. Az SNP-k nagyjából egyenletesen, kb. 1200 bázispáronként fordulnak elő a humán genomban, így számuk mintegy hárommillióra tehető. 2001 februárjában 1 420 000 SNP volt ismert, melyek közül mintegy 60 000 helyezkedik el exonokon. Ezek legnagyobb részét az SNP Consortium és a Humán Genom Project munkájával azonosították, és nyilvános adatbázisokban hozzáférhető (R. Sachidanandan és mtsai, 2001). Ahhoz, hogy az SNP-eket genetikai markerként használjuk fel, nem szükséges, hogy a polimorfizmussal érintett génszekvenciáknak maguknak szerepük le-

gyen a gyógyszerhatás kifejeződésében. Az ilyen klinikai vizsgálatoknak a jövő terápiájának kidolgozásában várhatóan nagyon nagy jelentőségük lesz. Például a kóros elhízás kialakulásában szerepet játszó gének közül többet sikerült ily módon azonosítani. Ezek közül 2-es kromoszómán, a 2p21 helyen lokalizált pro-opiomelanokortin (POMC) gén teljes funkciókiesése mexikói, amerikai és francia populációban egyaránt monogénes kövérséget okoz. (Érdekes, hogy a POMC gén kiütésével egérben is kóros kövérséget idézhetnek elő. Brash és mtsai, 2000.)

*Farmakogenomika a gyógyszerkutatásban és -fejlesztésben*

Az eredeti gyógyszerkutatás és -fejlesztés jól elkülöníthető fázisokra osztható (1. ábra). A tényleges kutatási szakasz a fejlesztendő molekula kiválasztásáig tart. A klinikai kipróbálást megelőzi a preklinikai fejlesztés. A klinikai vizsgálatok az állatkísérletek adatai alapján először a humán toleranciára és farmakokinetikára vonatkozó eredményeket adják meg (Fázis I), majd a biztonságos dózis mellett elérhető hatékonyságot demonstrálják (Fázis II és Fázis III).

A farmakogenomika elméleti és gyakorlati felhasználására a kutatási fázisban a molekuláris célpont kitűzése és validálása során,

KUTATÁS			FEJLESZTÉS			REGISZTRÁCIÓ	
1-2 év	1-2 év	1-2 év	1-2 év	6-8 év		1-2 év	
MOLEKULÁRIS CÉLPONT KITŰZÉSE ÉS VALIDÁLÁSA	A KÉMIAI KIINDULÓPONT KUTATÁSA, IN VITRO SZŰRŐVIZSGÁLATOK	OPTIMALIZÁCIÓ	PREKLINIKAI ÉRTÉKELÉS IN VITRO ÉS ÁLLATKÍSÉRLETEKBEN	KLINIKAI ÉRTÉKELÉS EMBEREN			ÚJ GYÓGYSZERENGÉLYEZÉSI DOSSZIE BENYÚJTÁSA ÉS HATÓSÁGI ÉRTÉKELÉSE
				I. FÁZIS	II. FÁZIS	III. FÁZIS	TERMELÉS
10 <sup>3</sup> -10 <sup>6</sup> vegyület		50 vegyület	10 vegyület	3 vegyület		1 vegyület	

1. ábra

valamint a farmakológiai modellek kidolgozásakor kerül sor. A preklinikai fejlesztésben elsősorban a farmakogenetikának van jelentősége. A farmakogenomika helye és szerepe a klinikai vizsgálatokban jelenleg erősen változó megítélés alá esik. Alkalmazása ma még sporadikus, de a jövőben minden bizonnyal rendkívüli módon fog növekedni. Sokan várják ettől a személyre szabott gyógyszer kifejlesztését és terápiás alkalmazását.

A gyógyszeripar legnagyobb résztvevői, a vezető multinacionális cégek már több évtizede a molekuláris biológia és a patofiziológia szempontjainak együttes figyelembe vételével indítják kutatási programjaikat. Az első lépés a target kiválasztása, mely ez esetben annak a makromolekulának a meghatározását jelenti, melynek működését gátolva vagy fokozva a gyógyítani (enyhíteni) kívánt betegség kimenetele jótékonyan befolyásolható.

Jelenleg a nemzetközi kutatás által megtalált összes gyógyszerhatóanyag, vagyis a civilizált emberiség gyógyszerkincse mintegy 700 különböző molekuláris célpontra keresztül fejt ki hatását, melyeknek körülbelül a fele G-fehérjéhez kapcsolt sejt felszíni receptor. A humán genomban kódolt gének

számát ma 30-35 000 közöttinek becsüljük, míg a lehetséges gyógyszer-célponatok száma 5-10 000-re tehető. (Collins és mtsai, 2001, Venter és mtsai, 2001). (Ehhez nagy számban adódnak a kórokozó mikroorganizmusok gyógyszer-célpontra alkalmas génjei). Ennek megfelelően a posztgenomiális korszak gyógyszerkutatását egyfajta betegség jellemzi. Olyannyira, hogy ismert targetekkel homológ szerkezet, beteg szövetekben meg-növekedett vagy lecsökkent előfordulás és a fiziológiai/patofiziológiai szerepre vonatkozó többé-kevésbé intelligens feltételezések alapján lényeges erőfeszítés nélkül, szinte tetszés szerinti számban lehet új innovatív molekuláris célpontra találni. Tényleges értékük megállapítása (validálás) azonban annál nehezebb (Jazwinska, 2001). Szigorúan véve, egy molekuláris célpontra validálását a klinikai környezetben, betegeken végzett kísérletek során végezhetjük csak el. Azt kell bizonyítani, hogy a target aktivitásának kívánt befolyásolása egyértelmű, statisztikailag szignifikáns és klinikailag releváns mértékű változást okoz a beteg (csoport) állapotában, ill. a betegség lefolyásában. Ugyanakkor a target működésének módosítása önmagában nem jár a klinikai

előnyökhöz képest elfogadhatatlan (esetleg halálos) mellékhatásokkal. Legegyszerűbb a helyzet akkor, ha a kiválasztott target már forgalomban lévő gyógyszer(ek)nek a molekuláris célpontja, így kellőképpen validáltnak tekinthető. A gyógyszerpiac azonban legtöbbször nem tolerálja, hogy adott hatásmechanizmusú gyógyszereknek közeli rokonait, melyek a kifejlesztésükhöz szükséges 10-12 évvel később jelennek meg, mint az első készítmény, a kifejlesztés költségeit megtérítő áron hozza forgalomba a gyártó. Ezért általában az originális gyógyszer-molekulák molekuláris célpontjait a még ki nem használt lehetőségek között kell megtalálni, tehát a legtöbb target a kifejlesztés időpontjában nem tekinthető teljesen validáltnak.

A monogénes betegségek kialakulása egyetlen gén polimorfizmusával hozható összefüggésbe. Például leptin vagy a leptin receptor gén polimorfizmusa kóros elhízást eredményezhet. Ilyen esetekben a humán genetikai analízis szintén alapul szolgálhat a megfelelő target validálásához.

Részleges validálás az egészséges és beteg sejtek, szövetek génexpressziójának összehasonlító elemzésével történhet, amit akár az egész transzkriptomra kiterjedően is el lehet végezni (Caron és mtsai, 2001, a technikai részletek ismertetésére sajnos e cikk keretei között nincs mód). Ha a molekuláris célpont aktivitását referens gyógyszerek, esetleg génsebészeti eszközök (például géniütés) felhasználásával vagy egyéb módon befolyásolva, az egészséges és beteg szövet génexpressziója közötti különbség eltűnik, úgy jó okunk van feltételezni a kérdéses géntermék oki szerepét a beteg fenotípus kialakulásában. A jövőben várhatóan a proteom hasonló analízisének jelentősége még ennél is nagyobb lehet. Ma még azonban a proteom vizsgálatának technikája nem áll a transzkriptom vizsgálatával azonos szinten.

A molekuláris target validálását követően szűrővizsgálatokat kell végezni abból a cél-

ból, hogy a szerkezet optimalizálásának alapjául szolgáló struktúrákat a lehető legnagyobb számú vegyület közül lehessen kiválasztani. Ezek a szűrővizsgálatok általában in vitro, klónozott humán target fehérje felhasználásával történnek. Fontos, hogy ennek a leggyakrabban előforduló, vagy éppen a betegségre hajlamosító polimorfját használjuk a szűrővizsgálatokban. A farmakológiai modellek között is gyakran szerepelnek betegségre hajlamosító polimorf allélt hordozó, esetleg transzgént expresszáló kísérleti állatok.

A preklinikai fejlesztésben, a gyógyszer-metabolizmus vizsgálata során fontos rész a farmakogenetikai paraméterek meghatározása. Ezen ismeretek segítségével ugyanis fel lehet készülni az esetleges egyedenkénti beállítást igénylő dozírozásra, vagy a nem kívánt gyógyszerkölcsonhatásokra is.

#### *Etikai és farmakoökonomiai megfontolások*

Várhatóan rutinná fog válni a genotípus meghatározása a klinikai vizsgálatokban és a majdani klinikai gyakorlatban. Ez azonban számos kérdés megválaszolását igényli, melyek még többé-kevésbé nyitottak. A titkos adatkezelés, a személyiségi jogok tisztelete és a résztvevők számára nyújtott előny igénye teljesen természetes az egyedre nézve, de az eredmények a rokonságra, sőt az adott etnikumra is vonatkoznak.

Az etnikumok genotipizálása elvben lehetővé teszi bizonyos csoportok stigmatizálását, melyet feltétlenül el kell kerülni. A genotipizálás tehát nem tekinthető ugyanolyan beválasztási kritériumnak, mint például a nem, életkor vagy az egészségi állapot jellemzői.

A farmakogenomikai protokollok általában DNS minták megőrzését írják elő későbbi vizsgálatok céljaira. Az ilyen DNS bankok kezelésének szabályait és etikai vonatkozásait még nem dolgozták ki kellő alapossgal. A munkáltatók és biztosítók esetleges

informálása egy etnikum vagy egy család genotípusáról hátrányosan befolyásolhatja a családhoz tartozó egyed társadalmi lehetőségeit. A fenti kérdésekkel mielőbb komolyan szembe kell nézni, és a társadalom számára megnyugtatóan rendezni kell azokat (Issa, 2000).

Súlyos gazdasági kérdéseket is meg kell oldani a farmakogenetikán alapuló gyógyszerfejlesztéssel kapcsolatban. Lehetőség nyílik ugyanis a korábban azonos gyógyszerrel, homogén betegcsoportként kezelt betegek számára genomi eltéréseik, polimorfizmusaik alapján különböző gyógyszereket kifejleszteni: minden betegnek a megfelelő gyógyszert! Ez természetesen az egyedek optimális gyógyítását jelentené, ugyan-

akkor a személyre, vagy szűk betegcsoportra kifejlesztendő gyógyszer piaca összehasonlíthatatlanul kisebb lesz, mint a rentabilitást ma biztosító, genetikailag nem osztályozott betegek nagy csoportjának igényét kifejező piac. A jövőben feltehetően új típusú farmakoökonomiai vizsgálatok sorozatát végzik majd a gyárak, hogy felmérjék a betegek genetikai előszűrésének gazdasági hatásait. A betegek megfelelő csoportjai számára a leginkább megfelelő gyógyszer kifejlesztése és használata valószínűleg nem irreális célkitűzés (Jazwinska, 2001).

*Kulcsszavak: polimorfizmus, betegség génnek, molekuláris célpont, gyógyszer metabolizmus*

---

#### IRODALOM

- Brash, G. S., Farooqi, I. S., O'Rahilly, S. (2000). Genetics of Body-weight Regulation. *Nature* **404**, 644-51
- Caron, H. és mtsai (2001). The Human Transcriptome Map: Clustering of Highly Expressed Genes in Chromosomal Domains. *Science* **291**, 1289-1292
- Collins, F. és mtsai (2001). Initial Sequencing and Analysis of the Human Genome. *Nature* **409**, 860-921
- Evans, W. E. és Relling, M. V. (1999). Pharmacogenomics: Translating Functional Genomics into Rational Therapeutics. *Science* **286**, 487-491
- Issa, A. M. (2000). Ethical Considerations in Clinical Pharmacogenomics Research. *TIPS* **21**, 247-249
- Jazwinska, E. C. (2001). Exploiting Human Genetic Variation in Drug Discovery and Development. *DDT* **6**, 198-206
- Pickar, D. és Rubinow (2001). Pharmacogenomics of Psychiatric Disorders. *TIPS* **22**, 75-83
- Price-Evans, D. A., Manley, F. A. és Kusick, V. A. (1960). Genetic Control of Isoniazid Metabolism in Man. *Br. Med. J.* **2**, 485-491
- Roden, D. M. és George, A. L., Jr. (2002). The Genetic Basis of Variability in Drug Responses. *Nature Rev. Drug Discovery* **1**, 37-44
- Sachidanandam, R. és mtsai (2001). A Map of Human Genome Sequence Variation Containing 1.42 Million Single Nucleotide Polymorphisms. *Nature* **409**, 928-33
- Venter, J. C. és mtsai (2001). The Sequence of the Human Genome. *Science* **291**, 1304-1351

# A GÉN HALOTT, ÉLJEN A GÉN!

Kampis György

a tudomány doktora, egyetemi docens,  
az ELTE Tudománytörténet és Tudományfilozófia Tanszék vezetője – gk@hps.elte.hu

## *A humán genom projekt után*

A humán genom projekt egyik fontos, áttételes kérdése, megtudtunk-e valami újat az emberre vonatkozó legnagyobb problémákról, elsősorban is arról a legtöbbit idézett kérdéstről, hogy vajon a természet vagy a nevelés, az öröklés vagy a környezet – illetve ahogy Shakespeare és mások nyomán elterjedt<sup>1</sup>: a *nature* vagy a *nurture* teszi-e az embert azzá, ami. Amikor a laikus gyanakodva figyel a genetika térhódítását, azon aggodízik, nem akarják-e géppé degradálni, lealacsonyítani, lealázni? Milyen következményei lesznek mindezeknek az ember önbecsülésére nézve? Vajon csakugyan mindenért a gének a felelősek?

A legnagyobb, valóban vaskos meglepetés mindenképpen az, hogy milyen kevés gén van. Jó húsz éve még „olcsó” dolog volt minden fenotípusos jegyre külön, független gént feltételezni. Az ettől való bármilyen eltérést, a kapcsolságot, a pleiotrópiát, az episztázist és egyebeket az evolúciós modellek például csak mint különlegességet tartalmazták. Akkoriban sokmillió, vagy akár milliárdnyi génről volt szó. Azóta, különösen a humán genom projekt éveitől, szép fo-

kozatosan és egyre növekvő meglepetéssel mentek lefelé a számokkal – az eseményeket bizonyos távolságból követő szemlélőként feltűnt, hogy noha nemrég, jóval a csaknem teljes kód publikálása után is még mintegy 100 000 génről beszéltek, és csak elvétve hangzott el a 30 000-es szám, mára ez is megfordult, és legtöbbször a harmincezer becsléssel találkozni<sup>2</sup>. Úgy látszik olyan nehéz volt elhinni a valószínű igazat, hogy ennyi ideig tartott, még amikor minden kézben volt is. Legyen tehát a becslés mondjuk harmincezer gén.<sup>3</sup> Ha a becslés helyes, az bizony alaposan felforgat sok mindent.

Magából a tényből persze mindenki azt olvashatja ki, amit akar. Megerősödtek azok a hangok, amelyek szerint a génnek ilyen extrém alacsony száma, de leginkább az, hogy az emberi génszám mindössze talán a duplája az ecetmuslicáénak, azt kell jelentse, hogy a leglényegesebb emberi vonások nem lehetnek öröklöttek (Ehrlich 2000). Valószínű azonban, hogy ez tévedés. Az emberi géntérképről szerzett friss ismereteket nem lehet pusztán önmagukban szemlélni, mert úgy semmit sem jelentenek. Hadd idézzek egy (legalábbis a kézirat írásakor) friss csatánót: A *Nature* február 6-i száma közölte a

<sup>1</sup> Shakespeare *A vihar* c. drámájában (1611) mondja Prospero Calibannak: *A devil, a born devil, on whose nature/Nurture can never stick* („Ördög, született ördög, nem ragad rajt az emberséges nevelés”; IV. felvonás, 1. szín, Babits Mihály fordítása). Kicsit korábbi a közismert angol mondás, amely R. Mulcastertől származik (1582): *“Nature makes the boy toward, nurture sees him forward”*.

<sup>2</sup>[http://www.er.doe.gov/production/ober/hug\\_top.html](http://www.er.doe.gov/production/ober/hug_top.html)

<sup>3</sup> *“The total number of genes is estimated at 30,000 to 35,000 much lower than previous estimates of 80,000 to 140,000 that had been based on extrapolations from gene-rich areas as opposed to a composite of gene-rich and gene-poor areas.”* <http://www.ornl.gov/hgmis/project/info.html>

San Diego-i egyetem kutatóinak felfedezését az akvaristák által jól ismert *Artemia* egyedfejlődésének egyetlen gén okozta radikális átalakulásáról a hatlábú és egy „százlábú” alak között.<sup>4</sup> Ennek alapján úgy tűnik, talán megvan az első konkrét adat arra, hogy az evolúció során nagyléptékű átalakulások voltak lehetségesek kismértékű genetikai változással is. Ez Goldschmidt híres-hírhedt „reményteljes szörnyetegének” (1940) mai, molekuláris mechanizmus szintű alakja.<sup>5</sup> Az új felfedezés a bizonyítékoknak abba a sorába is beleillik, amelyek arra utalnak, hogy a gének morfológiai (és tegyük hozzá, funkcionális vagy akár viselkedési) jelentősége nem a számukkal arányos. Ismét olyan pont ez, ahol komolyan veendő Dobzhansky diktuma,<sup>6</sup> hogy „a biológiában minden csak az evolúció fényében nyer értelmet” – ha pusztán a génszámok alapján, a génekről alkotott korai elképzelésekből kiindulva spekulálunk az emberre nézve, az nagyon félrevezető lehet. A dolog inkább fordítva van: a *nature-nurture* probléma alakulása, az evolúciós megfontolások és a Humán Genom Projekt új felismerései alapján ma egyre inkább úgy tűnik, hogy a génekről alkotott képet, magát a génfogalmat, a géneknek az organizmusban betöltött szerepére vonatkozó feltételezéseket revidálni kell. Eközben a géneknek az emberi specifikum részleteinek létrehozásában betöltött szerepe nemhogy nem kérdőjeleződik meg, hanem éppen hogy új megerősítést nyer.

<sup>4</sup> *First Genetic Evidence Uncovered Of How Major Changes In Body Shapes Occurred During Early Animal Evolution*, <http://ucsdnews.ucsd.edu/newsrel/science/mchox.htm>

<sup>5</sup> Az említett *Nature* cikk fő szerzője, McGinnis az elmúlt évtizedben számos kísérleti és elméleti cikket írt a témában (ld. (McGinnis és Kuziora 1994, Gellon és McGinnis 1998), <http://www-biology.ucsd.edu/faculty/mcginnis.html>)

<sup>6</sup> *Nothing in Biology Makes Sense Except in the Light of Evolution*, in Dobzhansky (1973).

### *Az ember alakíthatósága*

Az, hogy öröklött vagy tanult-e az emberi lényeg, más szóval az alakíthatóság kérdését jelenti. Az ember alakíthatóságának lehetősége, talán meglepő, de meglehetősen új keletű. A középkorban mindvégig elismerték a „vér” jelentőségét, kedvenc történetem szerint pedig a XIX. sz. eleje óta piaci ára van a tenyészbikának (gondoljuk meg, a tenyészbikát nem fogják levágni, egyetlen értéke az, amit a neve sugall). Nyilvánvaló, hogy mindez a kor tudományán messze túlmenő bizonyíték volt az öröklés felismert jelentőségére, és nemcsak az állatokra, hanem az emberre is vonatkoztatták. A viktoriánus kor szintén az „alkat egyezése” bűvöletében élt, pontosan tudták, hogy bizonyos „vonások” és „hajlamok” közvetlenül, mások több generáció utáni „visszaütés” révén öröklődnek emberben és állatban egyaránt (Darwin 2000). Csak éppen azt nem értették, hogyan lehetséges mindez (Kampis, 2000). Itt egy érdekes paradoxon van: éppen a tudományok fejlődése miatt felejtették el mindezt, és ennek során került előtérbe, hogy vajon (bizonyos testi tényezőket leszámítva) *egyáltalán* örökl-e az ember valamit, vagy pedig mindent a környezetéből, a tanulásból, nevelésből, iskolázásból, kultúrából vesz (kinek mi tetszik). Darwin unokaöccse, Francis Galton már 1869-ben a tudományos géniusz öröklődéséről ír,<sup>7</sup> ő hozza be a tudományos köztudatba magát a *nature-nurture* szembeállítását is.<sup>8</sup> Galton, mint a kor élenjáró tudósai közül annyian, az örökléstan meggyőződéses híve. De éppen ekkoriban, amikor a századforduló tájt újra

<sup>7</sup> *Hereditary genius*, <http://www.mugu.com/galton/books/hereditary-genius/index.html>  
*Modern párja Eysenck (1995).*

<sup>8</sup> *On Men of Science: their Nature and Nurture*, *Nature* **9**, pp.344-345, 1874.  
Id.: <http://www.mugu.com/galton/essays/men-of-science.pdf>



felfedezik Mendel munkáit, és elindul a klaszszikus genetika (amely mindezt megalapozhatná), furcsa dolog történik. Ezzel nagyjából egy időben a pszichológiában John Watson útjára indítja a behaviorizmust, amely, és ebben áll a paradoxon, tulajdonképpen semmi más, mint az empirikus tudományos módszer, a tizenkilencedik század végi divatos pozitívizmus alkalmazása az emberre. A pozitívizmus hatalmas haladó mozgalom volt, azt tartotta, hogy minden tudást a tapasztalatból kell származtatni. Ez jól is hangzik mindaddig, amíg úgy kell érteni, hogy ne a tekintélyek vagy a spekuláció mondják meg, mi a tudományos igazság. A pozitivisták, köztük J. S. Mill a társadalmi haladás harcosai is voltak, olyan kérdésekben, mint a nők választójoga. A tekintélyek és hagyományok elleni fellépés ezt is jelentette. Mindez a józan ész terjedését és a tudomány fejlődését szolgálta, csak aztán Watson kezében mégis valami egészen más lett a pozitívizmusból, a környezet fetiszizálása. Az egyéni tapasztalat a környezetből jön, ami az elmére a tanulás révén hat: a behaviorizmus abba a csöbe húzta bele a gondolkodást, hogy az ember minden képessége szerzett, pontosabban tanult kell legyen.

A ma számos problémája ennek a tudományos köntösbe bújtatott spekulatív tézisenek a következménye, amely a huszadik század első felét uralta. Hamar megtalálta az útját a politikai ideológiákhoz is, a kommunizmushoz, feminizmushoz és hasonlókhöz. Olyan ideológiában nincsen hiány, amely szívesen tetszeleg abban, hogy mindannyian „tabula rasa”-val születünk, és nemcsak egyenlők, hanem egyformák is vagyunk. Watson híres mondását szokás idézni, „adatok nekem száz csecsemőt, és én száz tolvajt vagy száz professzort nevelek belőlük”.<sup>9</sup>

<sup>9</sup> A pontos idézet így hangzik: *“Give me a dozen healthy infants, well-formed, and my own specified world to bring them up in and I’ll guarantee to take any one at random and train him to become any type*

Elég hamar kiderült aztán, hogy az elképzelés tudományosan tarthatatlan. Az ember korlátlan alakíthatóságának elképzelése valamiféle univerzális, tartalomtól független tanulási képességet tételezett fel. Az állat és az ember közötti különbséget emiatt egyszerre képzelték fokozatának (mi jobban tanulunk) és ugrásszerűnek (a tudat, az érzések területén a behaviorizmus ugyanis kiszorított az ember és az állat között minden analógiát). A negyvenes-ötvenes évektől kezdődően azonban már nyíltan beszéltek arról, amit úgy neveztek el: „a tanulás korlátai”. Nem minden inger társítható minden másikkal (híres-neves példa: patkányok áramütéssel könnyen megtaníthatók hangok elkerülésére, de ízekére nem), az ingerek feltételezett „ekvipotencialitása” helyébe „természetes kontextusuk” keresése lépett. Ugyanekkor indult fejlődésnek az etológia, amely éppen ezt a „természetes kontextust” tanulmányozta: ökológiai és evolúciós szemlélettel derített fel különböző fajspecifikus, örökletes viselkedéseket. Nem nagyon volt ok ekkor már azt hinni, hogy az ember kilóg a sorból.

A „tanulás korlátai” és az etológia ezért, ha kicsit jobban belegondolunk, azonnali és teljes szemléletváltást sugallt volna. Ha a tanulás nem univerzális, ha az ökológiai-evolúciós keretek között minden viselkedés egy *probléma* megoldásaként, adaptációként fogható fel, akkor nem azon kell már csodálkoznunk, ha egy élőlény valamit nem tud megtanulni, hanem azon, ha igen. Ezzel a szemlélettel a tanulás nem válasz, hanem maga a kérdés – az a kérdés ugyanis, hogy miért így oldja meg a természet az adott viselkedés szabályozását. Ez rögtön átrajzolja az emberi tanulásról való elképzeléseket is. A szemléletváltás azonban nehéz dolog,

*of specialist I might select - doctor, lawyer, artist, merchant-chief, and, yes, even beggar-man and thief, regardless of his talents, penchants, tendencies, abilities, vocations, and race of his ancestors.”* (Watson 1924).

úgyhogy mindez elég sokáig váratott magára, az átalakulás ma is zajlik – a behaviorizmus örökségétől nehéz megszabadulni, főleg ha annyiféle laikus érdek támogatja.

Az öröklés jelentősége leginkább a nyelv tanulása kapcsán kapott figyelmet, már elég korán. Ott van például II. Frigyes német-római császár szadista kísérlete a tizenharmadik században,<sup>10</sup> hogy az izolációban nevelkedő gyerekek vajon milyen nyelven szólnak meg először. Az ő teóriája szerint héberül, a Biblia alapján úgy gondolta, az a legősibb nyelv. A szüleitől elszakított, állatként etetett, sorsukra hagyott gyerekek azonban mind meghaltak, mielőtt ez kiderült volna. A nyelvi készség vitái a huszadik század ötvenes éveitől kezdve Chomsky vagy legújában Pinker munkái kapcsán ugyancsak eléggé köztudottak. Chomsky sokat vitatott elképzelése szerint, ha nem is maga a nyelv, de a nyelvi képesség velünk született az univerzális nyelvtan formájában. Ez valószínűleg erős túlzás, az ellenzök azonban, például a konnektionista modellek képviselői (Clark, 1996) gyakran a mai napig pusztán a tanulásban keresik a megoldást, nem nagyon véve tudomást arról, hogy ha egy fajspecifikus tanulási képességről van szó, mint a nyelv esetén, akkor az maga is magyarázatra vár. Ma sokkal inkább azt érdemes gondolni (Donald 1993, Dunbar 2001), hogy az emberi nyelv (bár részleteiben egyelőre ismeretlen módon) a tárgyakra, fajtársakra, helyzetekre vonatkozó rekonstrukciós képesség fejlődésének vagy (ami ettől nem nagyon különbözik) a szociális életnek a terméke (Csányi, 1999), egyes hipotézisek szerint mellékterméke.

Bár a Dawkins-művek (1986, 1989, 1994) vagy az evolúciós pszichológia (be-

mutatása: Pléh, 2002) néha durván leegyszerűsítő szemlélete nem sok jót tesz annak, amit mondani szeretnék, én azonban úgy gondolom, egyre világosabb, hogy a társadalom és a biológia szembeállítás mesterségesen szított ellentét. Kezd kirajzolódni az a specifikus biológiai háttér, amely előtt mindenféle készség és viselkedés, közte az emberi természet is értelmezhető. Ennek két tényezője van: (i) az elmének és a nyelvnek a kognitív tudományok egyre jobban felderítik biológiai funkcióját, (ii) a specifikus humán készségek elsajátításának folyamatszerű elemeire tevődik át hangsúly. A felnőtt ember tudása, készségei, nyelvhasználata, gondolkodása, értékvilága és társaihoz való viszonya ugyanis nem az égből pottyan. Nem Pallasz Athénéként ugrik elő a kész ember, de nem is lehet „fehér lap”, mert úgy még tanulni sem tudna.<sup>11</sup> Mindezt lehetetlen elképzelni a gének szerepe nélkül, azonban úgy látszik, valóban maga a megvalósuló folyamat a lényeg.

A Humán Genom Projekt eddigi hozzájárulása talán nem sokkal több ehhez, mint hogy a gének szerepének újragondolására irányította a figyelmet. A genom feltérképezése ugyanakkor hatalmas közbülső állomása egy olyan fejlődésnek, amelynek során a következő néhány évtizedben felderítésre kerülhet lényegében minden mechanizmus, ami a testi fehérvérket legyártja, majd ennek alapján az egyedfejlődési folyamatok is. Végre a részletek korszaka következhet.

#### *Az egyedfejlődés jelentősége*

A *nature-nurture* kérdés hőskorszakán ugyanis túl kellene lépünk. A hőskorszakot a heritabilitási, vagyis örökölhetőségi vizsgálatok uralták, más szóval a variancia-analízis. Ma is számos friss beszámoló olvasható

<sup>10</sup> Jócskán megelőzte azonban őt Pszammetikosz, aki Herodotosz i.e. 440-ből való beszámolója szerint azt szerette volna hasonló módszerrel megtudni, hogy az egyiptomiak vagy a frígiaiak ősbibek-e. Ld. <http://classics.mit.edu/Herodotus/history.2.ii.html>

<sup>11</sup> Ezt a filozófusok, a biológusok és a mesterséges-intelligencia-kutatók egymástól függetlenül fedezték fel húsz-harminc éve: Quine (1969), Piattelli-Palmarini (1980), Simon (1980).

még, mondjuk a homoszexualitás örökölhetőségéről az egyiptetűi ikrek vizsgálata alapján, és ehhez hasonlókról. Ezeket a vizsgálatokat néha joggal bírálják azon az egyszerű alapon, amelyet elvben mindenki ismer: hogy egy variancia meglétének vagy hiányának számos oka lehet. A statisztikai eredmény puszta gyanú, aminek alapján el lehet indulni kauzális mechanizmust keresni. Az egyre inkább elérhetővé váló mechanizmuskutató jelentősége ezért abban is áll, hogy segít felszámolni azt a közgondolkodásbeli mítoszt, hogy az emberi tulajdonságok örökléséről elvi okoknál fogva csak igen közvetett és bizonytalan ismereteink lehetnek. Ebben a tekintetben talán máris megváltozott a helyzet a tíz-húsz ével ezelőtti állapothoz képest.<sup>12</sup>

Az emberi természet alapjait keresve fontos megkülönböztetést szoktak tenni két dolog között: hogy egy vonás mennyiben velünk született, és hogy mennyiben örökletes (*innate*, illetve *inherited*). A velünk született vonások fajra jellemzők, tehát elvben minden egyedre, vagy a legtöbb egyedre nézve azonosak vagy azok lehetnek. Az örökleteseket annak alapján különböztetjük el, hogy magas fokú egyedi variabilitásuk van, ez a leszármazás során továbbadódik, és az felelős az egyéni különbségekért. Bár a megkülönböztetés némileg önkényes, arra azért alkalmas, hogy lássuk: a hőskor főleg az örökletes vonásokkal volt elfoglalva a veleszületettek rovására. A közgondolkodásbeli mítoszokért ez is felelős. Bár az egyéni különbségek sem érdektelenek, a *nature-nurture* probléma mélyvize mégsem az, mennyire adható tovább a kopaszság vagy a rövidlátás.<sup>13</sup> Ami valóban érdekes, az az egyetemes

és sajátosan emberi vonások biológiája: a nyelv, elme, kultúráképzés, társas viszonyok és hasonlók. Az egyéni eltérések aztán ehhez képest lehetnek fontosak vagy nem. Konszenzus ma leginkább abban van, hogy mindkét kérdésben az egyedfejlődés, az epi- és ontogenezis lesz a kulcs: a fejlődépszichológia és a fejlődésbiológia.

Waddington (1957) és mások (pl. J.-P. Changeux) ötvenes-hetvenes évekbeli észrevétele volt, hogy akárhány emberi gén van is, ahhoz bizonyosan kevés, hogy akár csak az agy valamennyi összeköttetését meghatározzák. Ekkor kezdték felismerni a dinamikus struktúrák jelentőségét, először a kevésbé fontos kérdésekben, mint a mintázatok keletkezése, majd később az egész organizmus felépítése kapcsán (Murray, 1993). A tigris csíkja vagy a leopárd foltja nem gének terméke, hanem egy mintázatgeneráló kémiai rendszer automatizmusából származik. A kémiai rendszer kiinduló komponensei maguk ugyan géntermékek, de nem csíkok. Utána a komponensek saját időbeli dinamikája következik, amiben a térbeli minták megjelennek. Gén ebbe ott kell, amikor a pöttyös és a csíkos megoldás felé vezető utak között választás történik, így aztán nem is létezhet csíkos állat pöttyös farokkal és így tovább. Ha ugyanis a választás megtörtént, a többi magától megy. Ez volt az első jelzés arra, hogy a génekkel „takarékoskodni” lehet; hogy például az organizmus morfológiai jegeit nem pozicionális információk, hanem autonóm folyamatok határozzák meg, de közben úgy, hogy azért veleszületett és genetikailag vezérelhető marad, ki csíkos és ki pöttyös. A testfelépítés legalapvetőbb tervrajzaival is, úgy látszik pontosan ugyanez a

úgy hirdetnek, hogy a *nature-nurture* probléma „legfontosabb olvasmányaiából” szerkesztették. Jellemző, hogy a témák fele a személyiség típusos fejlődésével, a nemi identitással és a magzati traumák okozta egyedi eltérésekkel foglalkozik. Ezek annyiban mind a kopaszshoz hasonlítanak, hogy fel sem vetik, mi teszi az embert emberré.

<sup>12</sup> Bár még a cikk írására készülve is gyakran találkoztam olyan írásokkal, amelyek azt állították: *lehetetlen bizonyítani* az emberi tulajdonságok öröklődését. Igen – akkor, ha tudomást se veszünk arról, hogy nemcsak korrelációs, hanem kauzális analízis is létezik.

<sup>13</sup> Sajnos nem volt a kezemben, de a tartalomjegyzékét láttam Ceci és Williams könyvének (1999), amelyet

helyzet (Goodwin, 1994). Az egyedfejlődés kényszerpályái, a szimmetriák, a geometriai kényszerek, a morfogenetikus törvények alapján egy organizmus felépítésének mindössze nagyon kevés különböző megoldása van, akárcsak egy egyenletrendszernek (Kampis, 2002). A bevezetőben említett *Artemia* eset is ezt illusztrálja, a két megoldás közti teret a semmi tölti ki. Egy további példával is érzékeltetni lehet az egészet. Szép volna egy tollas, négylábú, emberi hangon éneklő lény, de ez is valószínűleg azok közé tartozik, amit nem lehet megcsinálni – értelmet kap a mondás, hogy „ilyen állat nincs”. Nincs a géneknek olyan kombinációja, ami ezt létrehozhatná, mert hogy mi lehetséges, az ezen a ponton már nem genetikai kérdés.

Látszólag távoli ügyekről beszélünk, de nagyon is sok közülük van az emberi természetéhez. Legjobb képességeink vajon mennyire jók, ha még csak nem is biztos, hogy adaptációk termékei, hanem különböző *trade-off*-ok (nehézkos magyar fordításban: vám-rév viszonyok) eredményei? Az egyedfejlődés kényszereinek felismerése is mutatja, hogy a tulajdonságok nem egyesével adaptálódnak, és főleg nem annyiféle szempont szerint, amit egyszerre kellene követni, ha egy klasszikus képből indulunk ki. E szemléletváltozás alól az emberi tulajdonságok sem lehetnek kivételek. Együttesen kell, hogy elegendők legyenek az élővilágban való elvergődéshez, figyelembe véve, hogy a többiek se jobbak (gondoljunk a szerencsétlen zsiráfra, valószínűleg ugyanúgy érzi magát, mint ahogy kinéz). Aztán néha ablak nyílhat a tiszta és világos adaptációra is, egy-egy kitüntetett esetben.

Mindvégig úgy beszéltem az előbb, hogy feltételeztem, nem vitatjuk, hogy az ember biológiai lény, akinek a készségei biológiai készségek. Világos azonban, hogy a *nature-nurture* probléma számára éppen ez az alapvető kérdés. De ezt a kérdést pontosan úgy lehet megválaszolni, hogy az árulkodó

részletekre utalunk. Már Darwin tudta (Darwin, 2000), hogy a „nemhasználat” és a „csökevényes szervek” többet árulnak el az élővilág egységéről, mint bármi más. Ha két autóban ugyanazt az apró, önmagában érthetetlen tervezési hibát látni, biztos hogy ipari kémkedés történt, és egyik a másikból származik. Az emberi egyedfejlődés minden vonása (biológus számára nem kell ezt bizonyítani) ugyanazt a „barkácsolást” mutatja (Jacob, 1986) – a szervek újrafelhasználását, a heterokroniát (fejlődési szakaszok időbeli eltolását) és így tovább –, mint a többi állat esetén. A test után pedig jöhet az ember maga. Bizonyítékok vannak arra, hogy a korai fejlődés során, az első egy-két életévben végbememő emberi mentális folyamatok genetikai irányítás alatt állnak, ami a testfelépítéshez hasonlóan szintén a „kevés gén – nagy hatás” elvet követi, ráadásul a kifejlett emberi képességek céljához képest „ügyetlen”, az állatvilágból származó megoldásokat követ. Az elmúlt évtizedek nagy felfedezése volt a kompetens csecsemő (Meltzoff és Moore, 1977, 1983). Az emberi csecsemő néhány perces vagy órás korában már örökletesen képes az emberi érzelmeket kifejező mimika detektálására és utánzására, pár hónapos korában az intencionális aktusok azonosítására (Gergely, 1994), az egyéves kor körül pedig a fogalomtanulásra a testi élmények alapján (Thelen, 1995).

Úgy történik ez, például a mimika esetén, hogy az állati etológiából jól ismert kulcsingerek (Csányi, 1995) vezérlik a viselkedést, a szem, az orr, a száj felismerése nem tanult, sőt a csecsemő ezek elrendezésére, működésére nézve is rendelkezik elvárással (ismertetése: Molnár és Nagy, 1997), és természetesen ez mind nem volna elegendő, hiszen honnan tudja a csecsemő, hogy mikor végzi pontosan ugyanazt a grimaszt, mint amit lát? Erre csak egyetlen válasz lehetséges, nem tudja, csak csinálja. Ebből nagy biztonsággal lehet arra következtetni, hogy az

alapvető kifejezések száma igen alacsony kell legyen, és egy-két veleszületett automatizmus kell gondoskodjon arról, hogy milyen látványnak milyen hormonális állapot, milyen hormonális állapotnak milyen izomtónus és végül arckifejezés felel meg. Az intencionáltság, a cselekvők szándékainak felismerése, egyáltalán a cselekvők felismerése minden valószínűség szerint az ún. kontingencia-detekció alapján (Gergely, 2001) történik. A pontosan megjósolható mozgások nem jelölnek intencionális ágenseket (Kampis, 2002). Egy egyszerű, veleszületett mechanizmus a megfelelő (fél-egy év közötti) életkorban a figyelmet a nem teljesen szabálytalan, de nem is teljesen szabályos mozgásokra tereli. Mindezek háttere világosan állati. A kulcsingerek, főleg a szem már a legegyszerűbb gerincesek esetén is veleszületett ingerforrások. Az ágencia-detekció pedig minden emlős számára kulcsfontosságú: a kutya is megállapítja, egy mechanikai elrendezésben melyik a mozgató (aktív) és melyik a mozgatót (passzív) fél (Csányi, 2002). Az emberi ontogenezis csupán „reciklizálja” ezeket a formákat, amelyek, mivel evolúciósan valószínűleg beásódtak (Wimsatt, 1986), nem hozzáférhetők az evolúciós változás számára.

Még érdekesebb az emberi fogalomalkotás eredete. A fejlődépszichológia elmúlt évtizede (ld. pl. Thelen és mások, 2001) a korai időszakban végzett tevékenységet helyezte a középpontba. A csecsemő proaktív motoros viselkedése és a hozzá kapcsolódó kinezetikus-taktilis élménykomplexum (vagyis a mozgás- és tapintásélményeknek az adott helyzethez kapcsolódó együttese) kulcsfontosságú jelentőségének bizonyul. Ha ez gátolt, nem jön létre a feltétele a későbbi fogalomalkotásnak és beszédnek. Az erő fogalma például a mozgás hatására keletkező ellenállással függ össze, melynek komponensei egy erratikus viselkedésnek az adott cél irányába történő összpontosítása, az

akadályok és ellenállások leküzdése és hasonlók. A nyelv szavai, a fajspecifikus emberi tudás megnyilvánulásai ezekbe a kész jelenségekbe ülnek bele asszociációként egy későbbi életkorban. Valószínűleg egy belső modell vizuális vagy legalábbis tárgyi viszonyai (Barsalou, 1999, Nyíri, 2000, 2001) közvetítenek ebben. Mindebből az is kirajzolódik, hogy a csecsemő (és később a felnőtt ember) elsősorban nem szavakat tanul, hanem összetett, a saját cselekvéseit is magában foglaló helyzeteket, amiket mikor már ért, szavak kapcsolódhatnak hozzájuk.

Többszörösen is állati eredetű mindez. A fogalmi tudás percepciósi háttere, a nyelv előtti tudás, a nyelv alárendelt volta a biológiailag megalapozott, az organizmus testi tulajdonságaival összefüggő jelentéshez képest már magában is erre utal. További leleplezése az, hogy milyen kevés szavunk van. Johnson és Lakoff (1980), vagy őket követve Kövecses<sup>14</sup> megmutatta, hogy az út, a tartály, az erő, az állat, a ház és pár hasonló fogalom az emberi gondolkodás és a nyelv egészét áthatja. Ezeken kívül szinte semmink nincsen, mindent ezek révén fejezünk ki. Nyilvánvalóan ökológiai-evolúciós eredete van annak, hogy ezekre figyelünk a környezetünkben, és ezekre alkotunk fogalmakat – másra meg nem. Hány gént fecseireltünk el erre? Alig néhányat, és mégis minden „kézben van tartva” anélkül, hogy a specifikus viselkedés veleszületett lenne – az emberi gondolkodás genetikailag meghatározott lehet anélkül, hogy a nyelv és a hozzá tapadó kultúra tanultságát kétségbe kellene vonni.

Vannak mások, akik moduláris „mentális szerveket” feltételeznek (Chomsky, 1975), például külön nyelvi modult (Pinker, 1999), vagy akár családetektort (Tooby és Cosmi-

<sup>14</sup> „Metaforikus kategorizáció az ember, állat, növény, épület és gép fogalmak segítségével”, előadás a MAKOG X. konferencián, Visegrád, 2002. I. 28-30. Kövecses hamarosan megjelenő új könyve: Kövecses Z. (2002): *Metaphor*, Oxford University Press, Oxford.

des, 1992), de valószínűleg semmi sincs ennyire készen az emberben, és nem is lehet ilyen finoman lebontva, ha olyan kevés gén van. Annál nagyobb egy-egy gén szerepe: a gének feltehetően generalista módon hatnak, egyszerre sok helyen. A család helyett én jobban el tudnám képzelni a tárgyakra, tárgyak birtoklására és elvesztésére vonatkozó figyelem veleszületett vonásait, ennek sokkal nagyobb a jelentősége, mint egy-egy helyi probléma helyi megoldásának. És még valami: mindez egy előfeltételezett környezet viszonyai között jelentkezik, aminek tennie kell a maga dolgát ahhoz, hogy minden rendben működjön. Térjünk vissza egy pillanatra II. Frigyeshez, ha tovább olvassuk a szöveget (egy bizonyos Salimbene<sup>15</sup> nevű, kissé reszkető kortárs beszámolóját<sup>16</sup>), ez áll benne: „...mert a gyerekek nem élhettek a kezek érintése, a gesztusok, az arckifejezések fölött érzett öröm és a kedveskedés nélkül”. Véletlen volna?

Genetikailag arra lehetünk felkészítve, hogy abban a környezetben működjünk, amely – evolúciós időskálán nézve – körülvesz bennünket. Ez pedig egy kisméretű, szorosan együttműködő, biológiai és pszichológiai egymásrautaltságban élő embercsoport. Erősen, az állatvilágban példa nélkül álló mértékben szociális közeg ez, különösen a csecsemő számára állandó együttlétet, intenzív kötődést, védelmet, biztatást nyújt. Az emberi csecsemő példátlanul elesett is – az emberi egyedfejlődés, mint közismert (Gould, 1977), a korai fejlődési időszak radikális megnyújtásán és későbbi fejlődési szakaszok elhagyásán alapul, a felnőtt ember számos morfológiai és viselkedési vonásában kölyök csimpánzra (vagy más főemlősre)

hasonlít: az állandó kíváncsiság, az idegrendszeri plaszticitás megőrzése és számos egyéb jel mutatja ezt. Ezeknek a felismeréseknek a fényében egy, az evolúció által igen gondosan behangolt rendszerrel állunk szemben, amely sajátos emberi tanulási teljesítményét, a társakhoz, szimbólumokhoz, tárgyakhoz való viszonyát egy különleges „szimbiotikus komplex”, a betudott környezetnek és az annak elemeire való „elvárásokat” tartalmazó genetikai tényezőknek a kulcs-zár megfelelése biztosítja. Ez a rendszer, bár nem minden részlete világos még, már látható, és az is, hogy éppen az összetettsége miatt hihetetlenül sérülékeny. Az ecetmuslica vagy az *Aplysia* merev, az egyénbe jobban bezárt megoldásához képest az emberi fejlődés valamennyi külső és belső tényező harmonikus együttműködését igényli.

Van egy gyakran hallott kérdés. Lehet, hogy az ember és a csimpánz DNS-e között csak 1-2% különbség van, mondják, de minden *lényeges* viselkedési és mentális vonásban különbözünk. Ez vaskos tévedés, szubjektív értelmezésen alapul annak, mi a „lényeges”. Az egyéni élet szempontjából biztos fontos, ami a minket körülvevő kultúrából származik, és mivel az állatoknak a szó ilyen értelmében nincsen kultúrája, sokan már ezen a ponton elutasítanak minden biológiai vizsgálatot az emberről, mondván, hogy „az ember valami egészen más”. De ha megkérdezzük, mi a biológiai alapja és a funkciója mondjuk a nyelvnek, hogyan működhet az emberben, mint biológiai lényben az elme, mik a feltételei és mechanizmusai egy társas viselkedés elsajátításának, akkor, mint az előbb is láttuk, nagyon hamar olyasmikhez jutunk, amelyek a fontos felszíni különbségek ellenére az állatokkal való mély hasonlóságot és folytonosságot mutatják. Jelzik azt is, hogy nem sok alapja van a rasszizmus mintájára képzett „specieszizmusnak”, ami az állatok lenézését és önmagunk vállon veregetését jelenti.

<sup>15</sup> Ferencesrendi szerzetes, ld. <http://www.bautz.de/bbkl/s/s1/salimbene.shtml>

<sup>16</sup> Coulton, G. G. 1907. From St. Francis to Dante. University of Pennsylvania Press, Philadelphia, PA. rptd. 1972., ld. <http://www.fordham.edu/halsall/source/salimbene1.html>

Itt van a morális (és jogi) felelősség kérdése is. A huszadik század első felében az divott, hogy mindenért a környezetet tették felelőssé, a genetikai determinizmus kapcsán viszont sokak szerint az ellenkezője fenyeget, komoly formában felvetették már, hogy „nem én voltam, hanem a génjeim, nem tehetek róla”. Az egyedfejlődést figyelembe véve viszont alapvetően az egyéni és az öröklött múlt együttesével vagyunk azonosak. Ez azt sugallja, hogy nem valami testetlen, minden felett lebegő, mindentől független karteziánus lényt kell keresni magunkban, hanem mindössze a megtörtént interakciók eredményét. Ez mi magunk vagyunk, a felelősség így természetesen ugyancsak a miénk, bármit is jelentsen ez. Mind a két korábbi felfogás valahogy külön képzelte el a szegény embert attól a sok szörnyüségétől, amit a „gonosz környezet” vagy a „gonosz gének” rá kényszerítettek. Ma látszik már, hogy ez a nézet tarthatatlan. Ami a fajjal és az egyeddel megtörténik, abból áll az ember maga.

### *A gének ellenzéke*

Az emberi vonások biológiai származása elleni berzenkedés egyik forrása az, amit kulturális relativizmusnak neveznek. Az ember kulturális, morális lény, feltétlen önérték, de mindez a civilizációból származik, amit ápolnunk és művelnünk kell, mondják. Relativizmushoz azért vezet ez, mert ha persze eltagadjuk a közös biológiát, akkor *bármiféle* kultúra lehetséges volna, ahogy a korai antropológusok, F. Boas és M. Mead egy időben valóban képzelték. Amikor azonban elült a tényleg meglévő sokféleség felfedezése fölötti mámor, egyre inkább kiderült, hogy az emberi társadalmak a legalapvetőbb vonásaikban közösek: azonos problémák mozgatják őket valószínűleg a pleisztocén kor, a modern ember megjelenése óta. Bőséges táplálékot szerezni, lakhelyet biztosítani, az utódokat felnevelni, egyik helyről a másikra

eljutni, az egészséget megőrizni vagy helyreállítani, bizonyos tárgyakat birtokolni, a társakkal meghatározott (alá- és fölrendeltségi, koalíciós stb.) viszonyban lenni és így tovább. Ezek megvalósításának természetesen különféle útjai terjedtek el. De hogy ezek valós, azonos, biológiai célok, az akkor látszik, amikor kultúrák kapcsolatba kerülnek egymással. Azonnal vonzó lesz az a kultúra (minden egyéb negatív vonása ellenére), amely az alapvető funkciókat magasabb szinten biztosítja (és hogy mi a magasabb szint, azt egy élőlénynek nem kell magyarázni, mert ez is része a beépített tudásnak). Csak ez után jöhetnek a kulturális különbségek. Meggyőzően ír erről Csányi (1991) vagy más nézőpontból a kognitív antropológia (lásd Kampis, 2001 ismertetését). Mindezeknek sok szempontból kellemetlen mellékterméke a sokféleség csökkenése, amely a globalizáció korában válik különösen feltűnővé. Ahhoz hogy lássuk, a legnagyobb kulturális különbségek napjai valószínűleg megvanak számlálva, nem kell olyan messzire menni, mint Huntington (1996). Inkább hihetünk Jared Diamondnak (2000), mint E. O. Wilsonnak (1978): nem biztos, hogy biológiai oka van ennek, de az biztos, hogy a biológián keresztül érvényesül.

A kulturális relativizmus ikerpárja a szociális konstruktivizmus, amely azt tartja, hogy a társadalomban minden csak szociális konstrukció, egyezség a társadalom tagjai között. Sok mindent olvasni erről, szélső esetben (hogy egy mai vadhajást említsek) a mai szociálkonstruktivisták úgy egészítenék ki Watsont: „csinálok belőlük száz férfit vagy száz nőt”. Szexualitás, társadalmi szerep, homoszexualitás – különösen népszerű témák ezek, és sokféle oka van annak, hogy itt számosan a szabad választás lehetőségét, a már emlegetett „társadalmi egyezséget” szeretik emlegetni a biológia rovására. A nemi különbségek azonban ennél valószínűbbak, a vázról az izomzaton át az agy lateralizáció-

jaig és a téri orientáció képességéig húzódó skálán helyezkednek el, és elég nyilvánvalóak minden életkorban. Ezt csak valami ideológia vakságában lehet tagadni. A biológiai háttér ismerete ráadásul finomíthatja azt, amit a társadalmi szerepekről tudunk: a *sex-gender* megkülönböztetések érthetőbbé válnak a hormonális szintek tanulmányozásából, amiből kiderül, hogy a nemiség nem is annyira morfológiai, mint szabályozási kérdés, mindenféle elképzelhető közbülső állapottal. Ha ehhez hozzátesszük a korai nemi élmények kulcsszerepét (vagyis a szexuális imprintinget, amely egy genetikai szabályozással nyíló és csukódó ablakot jelent), akkor nem nehéz látni, hogy a konstruktivizmus mindössze a lényegét illetően téved, amúgy persze igaza van: a legtöbb tulajdonság tekintetében, így a példaként választott nemiségben is létezik egy bizonyos társadalmi játéktér – csak hogy az is, megint, a biológia kötöttségein keresztül fejti ki hatását.

Miért nem akarja ezt a társadalom egy része tudomásul venni? Vagy miért a tiltakozás a tehetség, az intelligencia (szűkebben értve: a g-faktor<sup>17</sup>), esetleg a kíváncsiság és a kockázatvállalási készség<sup>18</sup> örökölhető sége ellen?

Azt hiszem, a legtöbben igazából attól félnek, hogyha kiderülnek az örökletes egyéni különbségek, összeomlik az emberek egyenértékűségének, egyenlőségének eszméje, és összeomlik a társadalmi szolidaritás.<sup>19</sup> Elképzelhető, hogy ez valóban így lesz, de valószínűbb, hogy nem. Úgy gondolom, éppen ott van a lényeg, hogy mindez nem

kikerülhetetlen – vagyis nem valami tudományos tény, hanem egy kortárs társadalmi eszme miatt képzeltik egyesek, hogy a társadalom mindig szükségképpen azokat díjazza, akik a legerősebbek, legintelligensebbek, legagresszívebbek és így tovább (mert hiszen erről van szó). Lehet ez egy mai ideál, de semmi nem mutat arra, hogy valóban ezek lennének a társadalom számára legfontosabb személyek. A társadalom maga is az evolúciós folyamat része, abból nem vonhatja ki magát, a kultúra és értékrendszer is merev túlélési és működési kényszereknek van alávetve. Egy agresszíven bővülő, expanzív, tisztán technológiai alapú rövid korszak talán valóban azoknak a géneknek a hordozóit preferálná, amelyekkel való összehasonlítástól sokan félnek. De még itt is hozzá kell tenni: egyáltalán nem biztos, hogy ezek az egyedek több utódot hagynak, márpedig evolúciós és genetikai értelemben csakis az számít sikernek. Néhány évtizeden belül (tehát biológiai szempontból szinte nulla idő alatt, kevesebb, mint egy generáció során) megváltozhatnak a dolgok: más értékek, a tolerancia, a bizalom, a kitartás, a hűség kerülhetnek előtérbe, mint ahogy a csoportszelekciós modellek feltételezése szerint – pontosan a társadalom érdekében – ez gyakran így történt az evolúciós múltban is (Sober és Wilson, 1998), s pontosan ennek eredményeként hordozzuk e képességek lehetőségét ma. Értelmetlennek tűnik tehát a biológiai különbségek elismerésétől való aggódás, már csak azért is, mert ezekkel a különbségekkel évezredek óta együtt élünk. Amin

<sup>17</sup> Brand (1996) vitatott könyve például akkora vihart kavart Angliában, hogy a neves Wiley kiadó a könyvet visszavonta, annak ellenére, hogy neves kutatók támogatották és kedvező ismertetések jelentek meg róla, például a *Nature*-ben is. A könyv azóta csak az internetről tölthető le (lelőhelyét ld. az irodalomjegyzékben). Brand kétségkívül igen ellentmondásos figura, a felháborodás mégis jól mutatja az efféle kérdések körül magasra csapó indulatokat és az *a priori* elutasítást.

<sup>18</sup> Ezek egyik faktora az agyi dopamin-szint, amelyet a megfelelő receptorért felelős egyetlen gén szabályoz.

<sup>19</sup> Mint a GATTACA c. filmben, amelyet Francis Collins, a National Human Genome Research Institute vezetője említ egy interjúban: „ez a film olyan társadalmat ábrázolt, ahol a genetikai determinizmus alapvetően elszabadult. A társadalom az összes emberi jogot feladta abban a hitben, hogy a genetika mindent precízen megjósolhat az emberről.” ( [http://www.pbs.org/wgbh/nova/genome/deco\\_collins.html](http://www.pbs.org/wgbh/nova/genome/deco_collins.html))



békésen vitatkoznak a filozófusok meg a tudomány képviselői, azt régen tudja minden katonai parancsnok, sportedző, vállalati személyzeti („humán erőforrás -menedzser”) és egyetemi oktató: az egyiknek megy, a másiknak nem megy. De majd megy neki más, ha hagyják, vagy pláne, ha segítik – a bennünk rejlő különböző képességek használatára és megbecsülésére társadalmi, nem pedig biológiai kérdés. Mindössze ennyiről van szó.<sup>20</sup>

### *Az új génfelfogás*

Említettem, át kell rajzolni a génekről alkotott képet. Ennek egyik oldalát már láttuk, a gének csekély száma az egyedfejlődést, a génkifejeződés folyamatát egyenrangú partnerre emeli. Ugyanakkor nem szabad elfelejteni azt sem, hogy a pár tízezer génre több száz ezer fehérje jut, annak ellenére, hogy a gének egy része kizárólag szabályozással, más génekkel van elfoglalva. A legtöbb gén valószínűleg sokszorosan átfedve, többszörös, váltakozó kiolvasással határoz meg fehérjéket. A genom sokkal komplexebb, mint korábban hinni lehetett. Semmivé foszlik a gén „egy feladat - egy struktúra” felfogása, amire mindig is számos ellenpélda volt, de most hirtelen úgy látszik, szinte kizárólag ellenpéldák vannak. Sőt, semmivé foszlik az is, hogy egyáltalán pusztán struktúráként gondolhassunk a génekre. Hogy a DNS egy adott szakasza végül is géneként szerepel-e, milyen géneként és mikor, az más géneknek és az organizmus különféle szerveződési szintjeiről származó molekulák sokaságának együttes döntése. Ehhez vegyük hozzá a sejtmagon kívüli öröklődést (ami régóta ismert) és az epigenetikus öröklődést (ami az elmúlt évek slágere), és máris ott vagyunk, hogy a gén

fogalma „csupán” egy relációt jelöl a DNS és egyéb komponensek között, egy nagyon fontos, de nem egyedüli relációt az öröklés kényesen kiegyensúlyozott folyamatában, amelyet a sejtszintű, sőt organizmus szintű kémiai dinamika finom elrendezései határoznak meg.

Hasonlókat évtizedek óta mondtak immunológusok (pl. Tauber és Sarkar, 1992), elméleti biológusok (Rosen, 1991), rendszerkutatók, sőt újabban a tudományfilozófusok (Sterelny, 2001). Mégis, a „hagyományos géncentrizmustól” eltérő nézeteket még nemrég is neveltség tárgyává tette az egyébként kitűnő amerikai filozófus, Dennett (1998). Meg kell hagyni, a korai „dialektikus tünődések” valóban nem voltak a legalkalmasabbak arra, hogy érthetővé tegyék az elképzelést. Még a testi vonások, a felépítési tervek evolúciós jelentőségének és ezzel az organizmus-környezet kölcsönhatásoknak a legismertebb és legelismertebb szószólója, S. J. Gould is többnyire meglehetősen általánosságban beszél csak, amolyan népfrontos igazságokat osztva arról, hogy egy élőlényben minden komplex, minden egyformán fontos (Gould, 1999). Ráadásul ugyanő a szociobiológia elleni túlzó írásaival szerencsétlen behaviorista és marxista asszociációkat ébresztett.

Valószínű, hogy a gének új fogalmához kellő minden releváns tudás eddig is kéznél volt, csak nemigen volt ok elővenni. Most jelentős változás tanúi vagyunk, a napi, konkrét kutatási módszertan problémájává vált mindez. A Brown Egyetem 2001 őszén körkérdest intézett az egyedfejlődés és viselkedés genetikai alapjaival foglalkozó konferencia résztvevőikhez<sup>21</sup>, akik (nem spekulatív filozófusok, hanem kutató biológusok) ilyesmiket mondtak: „a genetika mostani fejlődése azt mutatja, hogy a gének és a

<sup>20</sup> Ha egyszer a szociálkonstruktivisták azt állították, hogy még a gének is társadalmi egyezségek, akkor nyilván nem visszakoznak attól, hogy a társadalmi eszmék tényleg azok. Akkor pedig egyetértés kell legyen abban, hogy *tőlünk függenek*.

<sup>21</sup> [http://www.brown.edu/Departments/Human\\_Development\\_Center/pubs/I5respsn.html](http://www.brown.edu/Departments/Human_Development_Center/pubs/I5respsn.html)

környezet közötti régi különbségtétel halott, ezek nem külön-külön hatnak az egyedfejlődésre...” Túl vagyunk a genetikai redukcionizmus korán, vagy helyesebben szólva tévedésén. „... a gének az ember fejlődésének nem kényszerfeltételei, hanem egy dinamikus fejlődési rendszer részei, képlékeny entitások, amelyek hatnak és maguk is hatásokat szenvednek el a rendszerben”. És ehhez hasonlókat.

A gének hatása tehát gyakran meglehetősen áttételesen érvényesül (bár ez persze nem zárja ki azt, hogy találjanak egy pár közvetlenebb kapcsolatot is). Amit géneknek nevezünk, az csak része egy komplex együttesnek, amelyben a különböző molekuláris eseményektől a környezetig minden együttműködik egy olyan folyamatban, ami persze, ezt nem szabad elfelejteni, nem volna lehetséges a gének segítségével. Helyesebb azonban az egészre mint egyetlen összefüggő és valamennyi részletében egymásra utalt rendszerre gondolni. Ez persze nem könnyíti meg a kutatók dolgát. Klinikai jelentősége is van ennek az újfajta komplexitásnak, egy ideje kitépszik, hogy a géneket a relációikkal, a kontextusukkal együtt kell manipulálni, már amennyiben ez egyáltalán lehetséges (jellemző példa a cisztás fibrózis, az ezt okozó gének régóta ismertek, a terápia még messze van, noha itt a „kontextus” elvben egyszerű sejten belüli kérdést jelent).

### *A fogadtatás*

Beleolvasva az angol nyelvterület különböző (BBC, NIH, Celera, NOVA, etc.) internetes oldalain folytatott vitába, az derül ki, hogy a Humán Genom Projekt közvetlen és áttételes felismeréseit szkeptikusan fogadták. Ez legalábbis elgondolkodtató. Persze a legtöbb észrevétel jól ismert érveket és ellenérveket ismét csupán. Az egyik hozzászóló véleménye azonban jól jelzi a hangulatot: „a tudomány a huszadik században rákapott arra a rossz szokásra, hogy többet állítson, mint

amit valóban megértettünk”.<sup>22</sup> E háttér előtt aztán sokan nemcsak a tudomány „legzűrösebb”, nem egészen lezárt következtetéseit kérdőjelezik meg, hanem az olyan alapvető dolgokat is, mint az evolúció, sőt maga a tudományos módszer. De vajon a természet-tudósok vagy (hogy a magam háza táján söpörjek) a tudományfilozófusok megtettek-e mindent a félreértések, az értelmetlen, a tudományosan művelt ember számára zavarba ejtő kétségek eloszlatására vagy megelőzésére, illetve a valós problémák őszinte bemutatására?

Hogyan jut eszébe valakinek azt képzelni, hogy a gének szociális konstrukciók?<sup>23</sup> A gének *fogalma* lehet, hogy szociális konstrukció, mert helyette nyilván egy sereg más fogalommal is lehetne dolgozni. Történeti okai vannak, miért született meg egyáltalán ez a kicsit szerencsétlenre sikeredett szó (eredetileg, a XIX. században egy funkcionális szerepre vonatkozott, tulajdonságok keltőjeként képzelték – ha előbb jön létre a molekuláris biológia, lehet, hogy meg se születik). *Maguk* a gének azonban, mármint amiket ezzel a megnevezéssel végül is megjelöltünk, ettől még önállóan, a társadalmi meggyezésre fittyet hányva fejtik ki hatásukat. Vagy itt van az amerikai hisztéria, ahogy Lewontin szellemesen írja: „Segítség, gének a kajában!” (Lewontin, 2001). Nem magyarázom, miféle félreértések azok is, amelyekre e cím utal (noha persze a géntechnológia implikált problémái valóságok). Ez elképesztő állapot, ám nem hiszem, hogy a cenzúra vagy az ún. felvilágosítás lenne itt a megoldás. Akit „világosítottak” már fel, tudja, milyen idegesítő és mennyire ellentétes hatású. Úgy gondolom, szlogenek helyett meg kellene mu-

<sup>22</sup> [http://news.bbc.co.uk/hi/english/talking\\_point/newsid\\_1164000/1164684.stm](http://news.bbc.co.uk/hi/english/talking_point/newsid_1164000/1164684.stm)

<sup>23</sup> Nem szeretnék idézni a közelmúlt hazai vitáiból, csak szögezzük le: hasonlók ténylegesen elhangzanak, és nemcsak itthon, hanem nemzetközileg is – sőt igen divatosnak számítanak.

tatni, hogy miről van szó a gének kontra nevelés problémában és másutt. Ha a Humán

Genom Projektet körülvevő társadalmi figyelem ehhez hozzájárul, már megérte.

## IRODALOM

- Barsalou, L.W. (1999). Perceptual symbol systems, Behavioral and Brain Sciences **22**, 577-609.
- Brand, C. R. (1996). *The g Factor. General Intelligence and its Implications*. Wiley, New York. <http://www.douance.org/qi/brandtgf.htm> • <http://www.webcom.com/zurcher/thefactor/about.html>
- Ceci S., Williams, W. (szerk.) (1999). *The Nature/Nurture Debate. The Essential Readings*. Blackwell Publishers, London
- Chomsky, N. (1975). *Reflections on language*. Parthenon Press, New York
- Clark A. (1996). *A megismerés építőkövei*. Osiris, Budapest
- Csányi, V. (1995). *Etológia*. Tankönyvkiadó, Bp.
- Csányi V. (1999). *Az emberi természet*. Vince Kiadó, Budapest
- Csányi, V. (2002). MTA székfoglaló előadás
- Darwin, Ch (2000). *A fajok eredete*. Typotex, Bp.
- Dawkins, R. (1986). *Az önző gén*. Gondolat, Bp.
- Dawkins, R. (1989). *A hódító gén*. Gondolat, Bp.
- Dawkins, R. (1994). *A vak órásmester*. Akadémiai, Bp.
- Dennett, D. C. (1988). *Darwin veszélyes ideája*. Typotex, Budapest
- Diamond, J. (2000). *Háborúk, járványok, technikák. A társadalmak fátumai*. Typotex, Budapest
- Dobzhansky, T. (1973). Nothing in Biology Makes Any Sense Except in the Light of Evolution, American Biology Teacher **35**(3),125-129.
- Donald, M. (2001). *Az emberi gondolkodás eredete*. Osiris, Budapest
- Dunbar, R. I. M. (1993): Coevolution of Neocortical Size, Group Size and Language in Humans, Behavioral and Brain Sciences **16** (4), 681-735. <http://www.cogsci.soton.ac.uk/bbs/Archive/bbs.dunbar.html>
- Ehrlich, P. R. (2000). *Human Natures. Genes, Cultures, and the Human Prospect*. Island Press, New York
- Erwin, D., Valentine, J. és Jablonski, D. (1997). The Origin of Animal Body Plans. Molecular Biology Provides Insights Into the Early Cambrian Explosion, American Scientist **85**, No. 2., <http://www.sigmaxi.org/amsci/articles/97articles/Erwin.html>
- Eysenck, H. (1995). *Genius. The Natural History of Creativity*. CUP, Cambridge
- Gellon, G. és McGinnis, W. (1998). Shaping the Animal Body Plans in Development and Evolution by Modulation of Hox Expression Patterns, Bioessays **20**, 116-121.
- Gergely, G. (1994). From self-recognition to theory of mind, in: (S. Parker, R. Mitchell, M. Boccia, ed.), *Self-Awareness in Animals and Humans: Developmental Perspectives*. CUP, Cambridge, 51-61.
- Gergely, Gy. (2001): The Development of Understanding Self and Agency, in: (Goswami, U. szerk.) *Blackwell's Handbook of Childhood Cognitive Development*. Blackwell, megjelenés alatt
- Goldschmidt, R. (1940). *The Material Basis of Evolution*. Yale University Press, New Haven
- Goodwin, B. C. (1994). *How the Leopard Changed Its Spots. The Evolution of Complexity*. Simon and Schuster, New York
- Gould, S. J. (1977). *Ontogeny and Phylogeny*. Harvard University Press, Boston
- Gould, S. J. (1999). *Az elmécskél ember*. Typotex, Budapest
- Huntington S. (1996). *The Clash of Civilizations*. Simon and Schuster, New York
- Jacob, F. (1986). *A lehetséges és a tényleges valóság*. Európa, Budapest
- Kampis, Gy. (2000). Darwin és a fajok eredete, in: Darwin, Ch (2000). *A fajok eredete*. Typotex, Budapest
- Kampis, Gy. (2001). Cselekvő racionalitás, in: Lehmann, M. (szerk.) *Gép a szellemben*. L'Harmattan, Budapest, megjelenés alatt
- Kampis, Gy. (2002a). A gondolkodó test, in: Pléh, Cs. (szerk.) (2002). *Evolúciós pszichológia*, Magyar Tudomány **2002/1.**, 33-41.
- Kampis, Gy. (2002b). Állati és emberi intencionalitás, kézirat: <http://hps.elte.hu/~kampis/Mirror/Allati.html>
- Lakoff, G. (1987). *Women, Fire, and Dangerous Things*. Chicago UP, Chicago, IL.
- Lakoff, G. és Johnson, M. (1980). *Metaphors We Live By*. Chicago UP, Chicago, IL.
- Lewontin, R.C. (2001). Genes in the Food!, New York Review of Books, June 21, <http://www.nybooks.com/articles/14298>
- McGinnis, W. és Kuziora, M. (1994). The molecular architects of body design, Scientific American **270**, 36-43
- Meltzoff, A.N., és Moore, M.K. (1977). Imitation of Facial and Manual Gestures by Human Neonates, Science **198**, 75-78
- Meltzoff, A.N., és Moore, M.K. (1983). Newborn Infants Imitate Adult Facial Gestures, Child Development **54**, 702-709
- Molnár, P. és Nagy, E. (1997): A veleszületett szocialitás jelenségéről, in: Hidas, Gy. (szerk.) *A megtermékenyítéstől a társadalomig*. Dinasztia, Budapest
- Murray, J.D. (1993). *Mathematical Biology*. Springer-Verlag, New York

- Nyíri, J. C. (2000). The Picture Theory of Reason, in: (Brogaard, B. és Smith, B. szerk.), *Rationality and Irrationality*, Vienna: öbv-hpt, 2001; <http://www.uniworld.hu/nyiri/krb2000/ilk.htm>
- Nyíri, K. (2001). Mentális képek mint teoretikus konstrukciók, „Agy és tudat” konferencia, 2001. ápr. 18, MTA Székháza, <http://www.phil-inst.hu/highlights/agytudat/nyiri.htm>
- Oyama, S. (1985). *The Ontogeny of Information. Developmental Systems and Evolution*. CUP, Cambridge
- Pinker, S. (1999). A nyelvi ösztön. Typotex, Bp.
- Pléh, Cs. (szerk.) (2002). *Evolúciós pszichológia*, Magyar Tudomány 2002/1
- Rosen, R. (1991). *Life Itself. A Comprehensive Inquiry into the Nature, Origin, and Fabrication of Life*. Columbia Univ. Press, NY.
- Sober, E. és Wilson, D. S. (1998). *Unto Others. The Evolution and Psychology of Unselfish Behavior*. Harvard University Press, Boston
- Sterelny, K. (2001). *Dawkins Vs. Gould*. Icon Books, New York
- Tauber, A. és Sarkar, S. (1992). The Human Genome Project: Has Blind Reductionism Gone too Far?, *Perspectives in Biology and Medicine* **35**, 220-235.
- Thelen, E. (1995). Time-Scale Dynamics and the Development of an Embodied Cognition, in: R. Port és T. van Gelder (szerk.): *Mind as Motion: Explorations in the Dynamics of Cognition*, MIT Press, Cambridge, MA, pp. 69-100
- Thelen, E., Schöner, G., Scheier, C. és Smith, L., B. (2001). *The Dynamics of Embodiment: A Field Theory of Infant Perseverative Reaching*. Behavioral and Brain Sciences, megjelenés alatt
- Tooby, J. és Cosmides, L. (1992). The Psychological Foundations of Culture, in: (Barkow, J. K., Cosmides, L. és Tooby, J. szerk.) *The Adapted Mind*. Oxford UP, Oxford, pp. 19-136
- Waddington, C. H. (1957). *The Strategy of the Genes*. Allen & Unwin, London
- Watson, J. B. (1924). *Psychology*. second ed., p. 82.
- Wilson, E. O. (1978). *On Human Nature*, Harvard UP, Cambridge, Mass.
- Wimsatt, W. C. (1986). Developmental Constraints, Generative Entrenchment, and the Innate-Acquired Distinction, in: P. Bechtel (szerk.) *Integrating Scientific Disciplines*, Martinus Nijhoff, Dordrecht, pp. 185-208



# GENOMIKA ÉS JOG<sup>1</sup>

Sándor Judit

jogász, a budapesti Közép-Európai Egyetem tanára – sandorj@ceu.hu

## Arkhai

Az emberiség egy óriási tükörrel adományozta meg önmagát az ezredfordulón. 2001. február 11-én és 12-én egymással versengve közölték Nagy-Britanniában és az Egyesült Államokban<sup>2</sup> az emberi génállomány project befejeződését. Nem az első bejelentés a humán genomról, és minden bizonnyal nem is az utolsó.<sup>3</sup>

A nagy ünneplés közepette csak kevesen merték bevallani, hogy vajmi kevés fogalmuk van arról, hogy az emberiség vajon mire is használhatja majd ezt az újonnan szerzett önismeretet. Nem csoda hát, hogy sokan csak a számokba tudtak kapaszkodni, s figyelmüket leginkább az a kissé lehangoló hír kötötte le, amely szerint csupán ötször annyi génünk van, mint az élesztőnek.

A bejelentést követő szakmai viták ezzel korántsem értek véget. Még a gének számáról folytatott vita sem jutott nyugvópontra. Az Ohio állambeli egyetem nem sokkal a hivatalos közlés után máris többre becsülte

az embert alkotó gének számát. Figyelemre méltó, hogy eddig mintegy 165 különféle becslés látott napvilágot, amelyek közül a legmagasabb szám 153 478 volt, a legalacsonyabb pedig 27 462.

## A jogi tükör

A genetikai információ biológiai értelmezése, a gének számának meghatározása szerencsére nem az én feladatomban. A jogi gondolkodás számára ugyanis merőben más irányú kérdések adódnak. A jog részben a tudomány jelenlegi társadalmi lehetőségeire reagál, de ezen túlmenően a jövőbeni veszélyeket, az alapvető jogokat, a társadalmi érdekeket, egészségügyi politikát és a tudományos kutatást érintő etikai alapelveket tekinti át, majd ezekből jogi normák kialakítására törekszik.

A fő kérdések a körül a problematika körül csoportosulnak, hogy mennyiben érinti az új genetikai ismeret alapvető emberi viszonyainkat, családi kapcsolatainkat, reprodukciós döntéseinket, a biztosításokat, a munkavállalást, a szellemi tulajdont. Azaz minek minősül a genetikai információ, milyen jogok alapíthatók rá, és hogyan kontrollálhatja az egyén a reá vonatkozó, de mások által könnyen megszerezhető igen széles körű információkat. Az emberi génkészlet megismerését követően, és főként ezen ismeretek gyógyászati és egyéb hasznosítása során számos új jogi és etikai kérdésre is választ kell adni. Ezen kérdések egy része emberi jogi természetű, más részük pedig magánjogi kérdés.

Biológiai és genetikai emberképünk élelítése, pontosabbá tétele, illetve a génállomány

<sup>1</sup> Az írás alapjául szolgáló kutatást az Oktatási Minisztérium omfb-00324/05 számú EAG ösztöndíja támogatta. Köszönettel tartozom Vörös Miklósnak, aki a végső változat kialakítását hasznos megjegyzéseivel segítette.

<sup>2</sup> Bár a genomikai kutatások legújabb állomásáról szóló bejelentést eredetileg a washingtoni konferenciára időzítették, de a brit *Sunday Times* már megelőzte az amerikai sajtót a bejelentéssel. 2001. február 12-én végül az Emberi Génkészlet Project és a Celera Genomics hivatalosan is bejelentette, hogy a teljes emberi génkészletet sikerült „megfejteni”.

<sup>3</sup> Már 1991-ben két részleges leírás készült a 21-es és az Y kromoszómáról. 2000 júniusában pedig Francis Collins és Craig Venter közösen jelentették be, hogy az emberi DNS szekvenálása csaknem befejeződött.

mány feltérképezése önmagában érthető tudományos ösztönből fakad, és első látásra morálisan nagyrészt semleges ismeretanyagot keletkeztet. A komoly erkölcsi és jogi dilemmák akkor keletkeznek csak inkább, ha ezeket az ismereteket alkalmazni is kívánjuk. A genetikai ismeret alkalmazása során egyrészt gyógyászati, terápiás vagy diagnosztikai felhasználásról beszélhetünk, amely közvetve vagy közvetlenül az orvostudomány fejlődését szolgálja, másrészt idetartozik az önmagában is igen összetett egészségügyön kívüli alkalmazási kör.

Az egészségügyi alkalmazás, amennyiben csupán csak gyógyászati célokat szolgál, morálisan viszonylag könnyen igazolható. A beteg gyermekek, rákos betegek gyógyítását célzó beavatkozásokat, még ha génterápiás beavatkozásokat is igényelnek, könnyebben elfogadja a közvélemény, mint a közvetlen gyógyászati alkalmazással nem kecsegtető tudományos kutatásokat, vagy a genetikai információ alkalmazását az élet más területén. Más a helyzet azonban azokkal a genetikai információkkal, amelyeket nem a gyógykezelés és a kutatás érdekében kívánnak felhasználni, itt mindig jóval gyanakvóbb a közvélemény, sőt, a jog is hajlamos szigorúbb feltételekhez kötni a genetikai ismeret felhasználását. Épp e speciális szempontok miatt a továbbiakban elsősorban a genetikai információ egészségügyön kívüli alkalmazásáról lesz szó, illetve a hagyományos gyógyászati eljárásokon túlmutató rendkívüli alkalmazási módokról.

Az egyes jogterületeken való barangolás előtt azonban szükséges a genomika terén szóba kerülő néhány horizontális alapelvet is felvázolni, amelyek több jogágban is szintén méltóság tisztelete, a testi integritás védelme, a genetikai diszkrimináció tilalma, a tájékoztatáson alapuló döntés elve. A jogi gondolkodás fontos eleme ugyanis az, hogy egy új kihívás esetén nem automatikusan terem

új jogintézményeket, hanem igyekeznek a konzisztencia igényéből fakadóan a meglévő jogelvek közé beilleszteni az új ismeretanyagot. Ha ugyanis minden technikai újdonság, minden innováció esetén a feje tetejére állna a jogrendszer, a kiszámíthatóság elvesztése révén a *rule of law* alapszerkezete roppanna össze. Tehát a jogi innováció jóval kisebb mértékű, mint a tudományban megmutatózó erős készlet az újításra. Ha egy technikai vagy tudományos újdonság napvilágra kerül, a jogi gondolkodásra sokkal inkább a beépítés és az értelmezés a jellemző, mint az új jogintézmények kialakítása.

Ezzel a jelenséggel magyarázható az is, hogy nagyrészt már létező emberi jogi normákat alkalmaz a biomedicina területén hozott legjelentősebb európai dokumentum is. Az 1997-ben Oviedóban, többéves egyeztetés után elfogadott konvenció a biomedicina kérdéseit érintő legjelentősebb páneurópai jogforrás. Az egyezményt (Egyezmény az Emberi Lények Emberi Jogairól és Méltóságáról a Biológia és Orvostudomány területén) a szakemberek csak Bioetikai Konvenció elnevezéssel említik. Ehhez a Konvencióhoz a jövőben számos kiegészítő jegyzőkönyv is társul. 1998. január 12-én az Európa Tanács már aláírásra bocsátotta az Európai Bioetikai Konvenció első kiegészítő jegyzőkönyvét „az emberi lények klónozásának tilalmáról”.<sup>4</sup>

#### *A genetikai információ sajátos természete*

Ha egyelőre nem sokat tudunk kezdeni genetikai tulajdonságainkkal, akkor mégis miért kell ügyelnünk rá, hogy mi történik genetikai adatainkkal? Az egyes ember számára azért fontos a genetikai adat, információ, mert nemcsak a már megmutatózó betegség pontosabb diagnózisát szolgálja, hanem

<sup>4</sup> Magyarország a 2002. évi VI. törvényben ratifikálta az egyezményt

egy-egy hajlamosító tényező kimutatásával sok esetben bepillantást enged a jövőnkbe is. Bár a tudomány valós lehetőségei jelenleg messze elmaradnak a várakozásoktól, még az is elképzelhető, hogy számos, nem kifejezetten egészségügyi jellemző genetikai hátterére is fény derül. Így például egyes ritka adottságok vagy éppen nehezen leküzdhető genetikai hátrányok ismerhetők meg jobban.

A genetikai adatok sajátos problémát jelentenek mind az adatkezelés, mind pedig az adatvédelem és az információ felhasználása terén (Mulholland and Jaeger, 1999).

Már maga a genetikai adatok köre is nehezen definiálható. Bizonyos családi egészségügyi adatok is ilyennek minősülnek, de ide tartoznak hajlamosító tényezők vagy *monogénes* (azaz egyetlen gén hibája vagy hiánya által okozott) rendelleniségek is. Az adat pontossága, kezelhetősége ebből következően igen változó. Sajátos helyzetet teremt az is, hogy míg más egészségügyi adatok esetében az adat csak az érintett személy egyes egészségügyi paramétereit tartalmazza, a genetikai adat esetében erről jóval többről van szó. Az örökletes betegségről szóló ismeret komoly hatással bír olyan családtagok életére, döntéseire is, akik talán nem is akarták volna a tesztvizsgálatnak alávetni magukat. A genetikai adatok hatással lehetnek az ember életmódjára, életvezetésére, párválasztására, gyermekvállalására, pályaválasztására, sőt tanulási ambícióira is. Ha valaki úgy gondolja, hogy szeretné megismerni ezeket a paramétereit, erre az egészségügyi rendszer lehetőségein belül joga van. Jogi szempontból inkább az a kérdés, hogyan őrizhető meg a genetikai adatok feletti rendelkezés (Henn, 1999).

Véleményem szerint a genetikai adatnak sajátos jogi státuszt kell biztosítani, hiszen nemcsak egészségügyi adat, hanem sok esetben egyúttal személyazonosításra is alkalmas adat. További jelentős különbség a hagyományos egészségügyi adat és a gene-

tikai adat között az is, hogy a genetikai adat nemcsak a vizsgált személy egészségi állapotára enged következtetni, de az érintett családtagjainak, sőt még születendő gyermekének is felfedheti egyes egészségügyi jellemzőit. Azt is mondhatjuk tehát, hogy úgy keletkezik egészségügyi adat, hogy az érintettek még nem is szerezhettek tudomást az adat létezéséről.

Az adatvédelmi törvény egy igen fontos kitétele az adatkezelés célhoz kötöttsége.<sup>5</sup> Eszerint személyes adatot kezelni csak meghatározott célból, jog gyakorlása és kötelezettség teljesítése érdekében lehet. Az adatkezelésnek minden szakaszában meg kell felelnie e célnak. Továbbá csak olyan személyes adat kezelhető, amely az adatkezelés céljának megvalósulásához elengedhetetlen, a cél elérésére alkalmas, csak a cél megvalósulásához szükséges mértékben és ideig. Ha szigorúan értelmezzük a törvényt, az egészségügyi adatok (nem beszélve genetikai adatokról), ha egészségügyi célból keletkeztek és például az egészségügyi dokumentáció részét képezik, semmiképpen sem adhatók át egy az egyben a biztosító részére, hanem csak olyan mértékig tárhatók fel, ameddig a biztosítási tevékenységhez feltétlenül szükséges.

#### *A genetikai diszkrimináció tilalma*

A genetikai diszkrimináció veszélye az élet számos területén fennáll, de e fogalom értelmezése egyáltalán nem olyan kézenfekvő, mint például a faji diszkrimináció esetében.<sup>6</sup> Ugyanaz a személy, aki egy meghatározott tulajdonság szempontjából a genetikai kisebbséghez tartozik, egy más tulajdonság szempontjából tartozhat a genetikai több-

<sup>5</sup> 1992. évi LXIII. Törvény a személyes adatok védelméről és a közérdekű adatok nyilvánosságáról.

<sup>6</sup> Lásd még Billings, PR., Kohn, MA., deCuevas, M., Beckwith, J., Alper, J. S., Natowicz, M. "Discrimination as a consequence of genetic testing." *American Journal of Human Genetics* 476-482 (2000).

séghez. Ugyanakkor a kisebbséghez tartozás éppenséggel hordozhat kedvező társadalmi megítélést, pl. egy ritka, de előnyösnek tekinthető genetikai tulajdonság esetében (Beckwith and Alper, 1998).

Az Európai Unió meglepően gyorsan emelte a genetikai diszkriminációt a hagyományosan is tiltott diszkriminációs formák közé az Alapjogi Kartában.<sup>7</sup> A genetikai tulajdonságok alapján történő diszkrimináció azonban részben eltér a diszkrimináció eddigi eseteitől, hiszen bár megmásíthatatlan tulajdonságokról van szó, ezek legtöbbször nem láthatók. Ha azonban mások tudnak róla, bizonytalan, előre nem meghatározható hátrányokat okozhatnak az érintett személynek, és ez a bizonytalanság visszaélésekre adhat alapot. Ha például a munkáltató megtudja azt, hogy egyes dolgozói genetikailag hajlamosabbak bizonyos betegségekre, akkor könnyen elképzelhető, hogy bár nem monogénes rendellenességekről van szó, hanem csupán fokozott hajlamról, mégis hátrány éri a munkavállalót a pusztán a magasabb kockázat miatt.

### *Biztosítás<sup>8</sup>*

Az üzleti biztosítások kockázati közösségen alapulnak. Éppen ezért a biztosítónak komoly érdeke fűződik ahhoz, hogy a biztosítandó személy jövőbeni kockázatait a lehető legpontosabban előre felmérje.<sup>9</sup>

<sup>7</sup> Charter of Fundamental Rights of the European Union 2000/C 364/01, Article 21 "Non-discrimination" Any discrimination based on any ground such as sex, race, colour, ethnic or social origin, genetic features, language, religion or belief, political or any other opinion, membership of a national minority, property, birth, disability, age or sexual orientation shall be prohibited."

<sup>8</sup> A hazai biztosítókkal folytatott interjúk hozzájárultak ahhoz, hogy jobban megértsem a biztosítók szempontjait. E munkában külön köszönet illeti Takács Ildikót, aki az interjúk elkészítésében segítségemre volt.

<sup>9</sup> House of Commons, Science and Technology Committee (2001) *Genetics and Insurance*, London, HMSO

Európa nagy részén az egészségügyi szolgáltatások szolidaritáson nyugvó általános biztosításon lapulnak, ebből következően itt egyelőre csekély jelentőséggel bír a genetikai kockázat felmérése, hiszen ez amúgy sem eredményezne magasabb díj-szabást vagy a biztosításból való kizárását. Az élet, baleset és munkaképtelenség esetére kötött biztosítások esetén merőben más a helyzet. Itt általános jogi alapelv az *uber-rimae fides*, amely a legmagasabb szintű bizalmat feltételezi a szerződéses partnerek között. Ebből fakad az, hogy a biztosítandó személy nem hallgathat el semmiféle olyan információt, amely a kockázat felmérésében jelentőséggel bírhat (McGleenan, Wiesing and Ewald, 1999).

Ha tehát valaki olyan genetikai „lelettel” rendelkezik, amely érinti az életbiztosításban a biztosító által vállalt kockázatot, akkor elvileg nem hallgathatja el azt az információt a biztosító előtt (Doherty and Posey, 1998). Adódhatnak olyan esetek is, amikor a genetikai teszt éppenséggel kedvezőbb biztosítási díjtételt jelenthetne az érdekeltek számára a hagyományos módon kalkulált díjhoz képest. Ha például a biztosító által szerepeltetett egészségi állapotra vonatkozó kérdések között a családban előforduló betegségek kedvezőtlen kórtörténetének elő, de genetikai teszt révén bebizonyosodik, hogy a biztosítandó személy mégsem hordozója a betegség kialakulásáért felelős génnek, akkor ezzel meg megmenekülhet a magasabbra becsült kockázat miatt kiszabott díjtól.

Az Oviedói Konvenció 12. cikkelye értelmében prediktív genetikai teszt megfelelő genetikai konzultáció alapján és kizárólag egészségügyi vagy tudományos kutatási célból végezhető. E szerint a biztosító nem kötelezheti a biztosítandó személyt arra, hogy genetikai vizsgálatnak vesse magát alá. Igaz, ezzel a probléma még nem teljesen megoldott, mert azon kevesek, akik rendelkeznek már kedvezőtlen genetikai „lelettel”, hát-



rányba kerülhetnek a biztosítás során. Ha ezt a cikkelyt és az adatvédelmi normákat egymásra vonatkoztatjuk, akkor viszont az adatfelvétel célhoz kötöttségéből következik, hogy a már keletkezett adatot más célra legfeljebb csak az érdekelt külön engedélyével lehet felhasználni.

A másik probléma az, hogy a biztosítók meglehetősen széles körben kérnek egészségügyi információt ügyfeleiktől. Bár az egészségügyi adatok túlnyomó része hagyományos egészségügyi információra kérdez rá, azonban egyre több ilyen információ bír majd a jövőben genetikai jelleggel is. Azaz amint egyre többet tudunk az egyedi betegségek genetikai hátteréről, úgy erősödik a genetikai komponens ezekben az adatokban.

Érdemes felfigyelni arra, hogy a hazai életbiztosítók már régóta érdeklődnek a családban előforduló betegségekről. A szülők, testvérek által megélt életkorról, sőt, az elhalálozás okáról is. Ez tulajdonképpen már egyfajta genetikai adatnak tekinthető, hiszen nem az érintett egészségügyi adatait veszi csak alapul, de mérlegeli a családi anamnézist is. Bár az egyes biztosítók esetében az egészségügyi lap más és más, de előfordul, hogy kifejezetten öröklődő betegségek családi előfordulására kérdeznék rá. Nyilvánvaló, hogy ezekre az adatokra azért kíváncsi a biztosító, mert a jövőbeni egészségügyi állapot előrebecslése nagyon is hozzátartozik a biztosítási szemlélethez. Egyes biztosítók kizárólag otthoni környezeti hatásként értékelik az adatokat, míg mások közvetett bizonyítékként a magasabb egészségügyi kockázatra. Ha például rákos megbetegedés, cukorbetegség halmozottan fordul elő a családban, ez a tényt kihatással lehet a megkötendő életbiztosításra.

### *Szellemi alkotások joga*

Hosszas vajúadás után született meg a máig igen erősen vitatott európai direktíva (98/44/EC direktíva) a biotechnológiai találmá-

nyok jogi oltalmáról. Az irányelv értelmezése valóban nem könnyű. A probléma főként abból fakad, hogy a dokumentum ötödik szakaszának első bekezdése az emberi test és alkotóelemeinek pusztá felfedezését nem tartja oltalomra érdemesnek. A második bekezdésben azonban azokat a találmányokat, amelyek ugyanezen alkotóelemek, köztük a gének, génsorozatok technikai úton való előállíthatóságát teszik lehetővé, akár szekvenálás útján, oltalomra érdemesíti. Összhangban van viszont a bioetikára vonatkozó Oviedói Konvenció a direktíva 6. szakaszával, amely a klónozást, az ivarsejtes génmódosítást és az embriók kereskedelmi hasznosíthatóságát etikai alapon nem tartja szabadalmaztathatónak.

A direktíva körüli vitákat jól példázza, hogy nemrégiben Hollandia próbálta megsemmisíttetni a Luxemburgi Európai Bíróság előtt a biotechnológiai találmányokról szóló direktívát. Hollandia álláspontja szerint sem növényeken, sem állatokon, sem emberi biológiai anyagon nem állhat fenn szabadalmi oltalom. Olaszország és Norvégia is támogatja a holland álláspontot. A holland érvelés szerint sérti a testi integritás jogát, ha az emberi biológia anyagokkal kapcsolatos találmányokra szabadalmi oltalmat lehet létesíteni, továbbá hogy a direktíva ellentétes a szubszidiaritás elvével is. A holland álláspont szerint az irányelv nem egyértelmű, és önmagában is ellentmondásos. A luxemburgi bíróságot<sup>10</sup> egyik ellenérv sem hatotta meg, és a direktíva továbbra is hatályban maradt. A bíróság szerint a Hollandia által vitatott kifejezések, mint például az *ordre public* (közrend) kielégítően egyértelműek a direktívában.

Az emberi génállományról és az emberi jogokról szóló egyetemes nyilatkozat első cikkelyében kimondja, hogy az emberi génállomány szimbolikus értelemben az embe-

<sup>10</sup> 2001. október 9-ei ítélet a Netherlands v. Parliament and Council, Case C-377-98 ügyben.

riség közös örökségét képezi. 2001. február elején az UNESCO szakmai konferenciát tartott, amelyen e cikkelyt és az amerikai, európai valamint japán jogi szabályozást vették össze a szakemberek. A konferencián, bár megfogalmazódtak komoly aggályok azzal kapcsolatban, hogy a szabadalmazthatóság megdrágíthatja a genetikai szabadalmakra épülő további gyógyászati felhasználást, de a többségi vélemény mégis az volt, hogy az elsődleges információk közzétételével az interneten megvalósult a „közös örökség” közkinccsé tétele, és ezentúl a kutatók munkáját is honorálni és védeni kell.

Az igazsághoz az is hozzátartozik azonban, hogy éppen az UNESCO Deklarációban szerepel egy kiskapu a kutatás szabad gyakorlására. A 15. cikkely így szól: *„Az államoknak meg kell tenniük a megfelelő lépéseket annak érdekében, hogy – tekintettel az e Nyilatkozatban lefektetett elvekre – keretet szabjanak az emberi génállomány területén való kutatás szabad gyakorlásának, az emberi jogok, alapvető szabadságok és emberi méltóság tiszteletben tartása és a közegészség védelme érdekében. Törekedniük kell arra, hogy a kutatási eredményeket ne használhassák a békével ellentétes célokra.”*

Úgy tűnik, hogy a 2001. szeptemberében megrendezett párizsi tanácskozás hozhat újabb fordulatot az emberi génállomány és gének szabadalmazthatósága terén, mert a Nemzetközi Etikai Bizottság fontolóra vette a Világkereskedelmi Szervezettel való kapcsolatfelvételt annak érdekében, hogy az úgynevezett TRIPs (Kereskedelemmel Kapcsolatos Szellemi Alkotások Jogáról szóló) megállapodás 27. paragrafusában egyértelművé tegyék: a génállománnyal kapcsolatos szabadalmak sértik a közrendet és a közérkölcst.

Magyarországon a találmányok szabadalmi oltalmáról az 1995. évi XXXIII. törvény rendelkezik. E szerint szabadalmazható minden új, feltalálói tevékenységen alapuló és

iparilag alkalmazható találmány. Nem minősül azonban találmánynak a felfedezés, a tudományos elmélet és a matematikai módszer, sőt önmagában az információk megjelenítése sem. Nem tekinthetők iparilag alkalmazhatónak az emberi vagy állati test kezelésére szolgáló gyógyászati vagy sebészeti eljárások, valamint az emberi vagy állati testen végezhető diagnosztikai eljárások. A törvény e rendelkezése nem vonatkozik azonban az ilyen eljárásokban alkalmazott termékekre – így különösen anyagra (vegyületre) és keverékre. A végleges szabadalmi oltalom a bejelentés napjától számított húsz évig tart.<sup>11</sup>

#### *Genetikai adatbankok – genetikai kutatás*

A kutatásokkal kapcsolatban egyre gyakrabban vetődik fel az igény nemzeti vagy más intézményes keretek között működő genetikai adatbankok létrehozására. A genetikai adatbankok, akár csupán genetikai adattárolást és adatkezelést végeznek, akár szövetbankként is működnek, speciális szabályozást igényelnek. Ha pszichiátriai betegségek vagy az emberi viselkedés genetikai hátterének feltárását szolgáló kutatással összefüggésben jön létre a genetikai adatbank, még bonyolultabb jogi problémák adódhatnak. E téren Magyarországon is törvényi szabályozásra lenne szükség. A hazai jogszabályok ugyanis egyedi szövetkiemeléséről rendelkeznek, nem pedig szisztematikus, nemzeti méretekben történő szövetgyűjtésről és szövetbankokról, különösen nem teljes szövetbankokról és az ehhez kapcsolódó genetikai adatgyűjtésről. Éppen ezért a jövőben szükséges lesz a *„Szerv és Szövetbankokról”* szóló törvény előkészítésére, illetve egy külön törvény a *„Genetikai kutatásokról”*. Az Európa Tanács Miniszteri Bizottságának 1994-es ajánlásában az alábbi szempontok szere-

<sup>11</sup> A találmányok szabadalmi oltalmáról szóló 1995. évi XXXIII. törvény 22. §-a.

pelnek.<sup>12</sup> A szövetbankok létrehozásakor gondoskodni kell arról, hogy az alábbi funkciók egymástól elkülönüljenek: szervezet, eljárás, tartósítás, belső minőségellenőrzés, tárolás, elosztás, felhasználás. Ezeket a funkciókat csak non-profit formában működő, az országos egészségügyi hatóság hivatalos engedélyével működő szervezet láthatja el.

A brit Nuffield Council on Bioethics *Mental disorders and genetics* címmel készített egy 127 oldalas tanulmányt, amelyben egyes pszichiátriai betegségek genetikai vonatkozásaival foglalkozik.<sup>13</sup> A Munkacsoport egyik végkövetkeztetése, hogy genetikai teszt a közeljövőben valószínűleg nem bizonyul még különösebben hasznosnak a mentális betegségek diagnózisában. E kutatások célja sokkal inkább a hatékonyabb gyógyszeres kezelés kialakítása. Az egyénre vonatkozó genetikai információ orvosi titokként kezelendő, de a munkacsoport szerint bizonyos esetekben igazolható lehet ezen információk közlése a családtagokkal.

A mentális betegségek esetében a stigmatizáció fokozott veszélye miatt az egyes kutatások során vizsgálni kell, hogy a genetikai tényezők kimutatása nem jár-e további diszkriminációval. A mentális betegségek genetikai vizsgálatának esetében mindenkor figyelemmel kell lenni arra, hogy e betegségek több elméleti megközelítésből is értelmezhetők, amelyek közül csupán egy a genetikai magyarázat. A genetikai redukcionizmus veszélye különösen nagy a mentális betegségek genetikai kutatásában. A mentális betegségek kutatásának sajátossága, hogy a csupán fizikai, biokémiai vagy genetikai összefüggések kutatása nehezen illeszthető a pszichiátriai betegségek társadalom- és kultúrafüggő, összetettebb meghatározásába.

<sup>12</sup> Recommendation R (94) 1 of the Committee of Ministers to Member States on Human Tissue Banks

<sup>13</sup> A Munkacsoport vezetője Fiona Caldicott pszichiáter volt.

Az egészségügyi és a hozzá kapcsolódó, személyes adatok kezeléséről és védelméről szóló törvény 21. § (1) szakasza szerint<sup>14</sup> „Tudományos kutatás céljából az intézményvezető vagy az adatvédelmi felelős engedélyével a tárolt adatokba be lehet tekinteni, azonban tudományos közleményben nem szerepelhetnek egészségügyi és személyazonosító adatok oly módon, hogy az érintett személyazonossága megállapítható legyen. Tudományos kutatás során a tárolt adatokról nem készíthető személyazonosító adatokat is tartalmazó másolat.

A beteg életében, illetőleg halálát követően házastársa, egyeneságbeli rokona, testvére valamint élettársa – írásbeli kérelem alapján – akkor is jogosult az egészségügyi adatokat megismerni, ha azokra a házastárs, az egyeneságbeli rokon, a testvér, vagy az élettárs, ill. leszármazóik életét, egészségét befolyásoló ok feltárása, illetve ezen személyek egészségügyi ellátása céljából van szükség.

Komoly, és eddig nem megoldott etikai és jogi problémát jelent, hogy a hozzájárulást adó hozzátartozók milyen mértékig tájékozathatók a kutatás során feltárt eredményekről. Ha értesülnek az öngyilkosságra, depresszióra, más pszichiátriai betegségekre való családi hajlamukról, ez az információ nyilván súlyosan érinti őket, sőt a család szélesebb körét is. Ez pedig konfliktusokhoz, családi tragédiákhoz vezethet. A genetikai tényezők és a környezeti hatások kapcsolatának feltárása nélkül esetleg végzettszerűnek tekinthető ez az információ. Ebből az a következtetés is származhatna, hogy a hozzátartozó ne juthasson a kutatási eredményekhez. Ám a kérdés nem ilyen egyszerű. Létezhetnek esetek, amikor a hozzátartozónak jogilag igazolható indoka fűződhet a rá is vonatkozó információhoz. A hozzátartozó nem tiltható el a magyar jogszabályok szerint attól, hogy az őt is érintő egészségügyi adatokat megismerhesse.

<sup>14</sup> 1997. évi XLVII. törvény

*A genetikai információ felhasználása a családtagok gyógykezelése céljából*

Az elmúlt évtizedekben az egészségügyi tevékenységre vonatkozó normák egyre inkább az individuális tájékoztatási modellt követik. Ez azt jelenti, hogy cselekvőképessége esetén csak az érintett beteg kap tájékoztatást, és még a családtagok is csak a beteg kifejezett felhatalmazása alapján tájékoztathatók. A genetikai információ azonban – tűnik – valamelyest visszarendezi a családi tájékoztatás szerepét. Vannak ugyanis olyan betegségek, amelyek rutinszerű szűrésére viszonylag kevesen gondolnak. Akkor azonban, ha egy családban felüti fejét a betegség, már kellő ok van arra, hogy a szűrővizsgálatokat, a megelőzést más családtagok is komolyabban vegyék, különösen, ha betegség öröklődő jellege ismert (Lerman, Peshkin, Hughes and Isaacs, 1998). A genetikai ismeretek bővülésével feltehetően egyre több betegség esetében jöhet majd szóba az orvos figyelmeztetési kötelezettsége a családtagok felé (Durfy, Buchanan és Burke, 1998).

A *Munro v. Regents of University of California* ügyben például a Kaliforniai Fellebviteli Bíróság az alperes orvost felelősnek mondta ki azért, hogy elmulasztotta a Tay-Sachs vizsgálat végzését. A *Safer v. Pack* ügyben<sup>15</sup> a bíróság kimondta, hogy felelős az orvos az elmulasztott információért, ha ismerten örökletes betegségben kezelt páciens rokonait nem figyelmezteti a kockázatról. A *Pate v. Threlke*<sup>16</sup> ügyben a Floridai Legfelsőbb Bíróság szintén megállapította az orvos figyelmeztetési kötelezettségét a páciens gyermekei felé.

*A genetikai információ felhasználása családon belüli jogvitákban*

A származás-megállapítás bizonyossága, esetleges posztumusz bizonyítás és a családi kapcsolatok felkutatásának lehetősége is jelentősen megnövekedhet, ha családjogi vitákban is használják majd a genetikai bizonyítékokat. Ez önmagában még érthető is, ha azonban ez a genetikai családi kapcsolat túlhangsúlyozásához vezet, ez hordozhat olyan veszélyeket, amelyben a nem biológiai családi kötelékek leértékelődnek.

Úgy tűnik, a szkeptikus mondás: *pater semper incertus est* már a múlté, s ez nemcsak a genetikai azonosítási vizsgálatok elterjedésének, de annak is köszönhető, hogy az anya személye is jogviták tárgyává lett. Az amerikai *Johnson v. Calvert* esetben mindkét anya „vérszerinti” rokonságra alapozta egy újszülött gyermekkel való kapcsolatát. Anna Johnson mint szülőanya és Crispina Calvert mint genetikai anya (mivel tőle származott a petesejt) egyaránt anyai elismerésüket kérték. Az ügy érdekessége és jellegzetessége más hasonló ügyekkel szemben az, hogy mindkét anya orvosi szakvéleménnyel vélte bizonyítani kizárólagos anyaságát. Az Anna Johnstont igazoló szakvélemény szerint a vérszerinti szülőséget megalapozza a terhesség alatti testi összekapcsolódás, a méhen belüli növekedés és a szülés. Crispian Calvert esetében a genetikai azonosíthatóság jelentette a szakvélekedés gerincét.

A genetikai származás-megállapítás igénybevétele olyannyira ellenállhatatlan, hogy néha még a kegyeleti jogokkal szemben is előnyt élvez. A genetikai azonosítással való apaság megállapítására jóval a halál beállta, sőt a temetés után is sor kerülhet. Egy ismert példa erre Yves Montand *post-mortem* genetikai vizsgálata, amelyet francia bíróság egy származás-megállapítási ügy során rendelt el.

<sup>15</sup> Superior Court of New Jersey, Appellate Division, 1996 291 N.J. Super A.2d 1188

<sup>16</sup> Pate v. Threlkel 661 So 2d 278 ) Fla. (1995)

Egyelőre még csak elvi szinten vetődött fel, hogy használhatók-e a szülők genetikai adatai egy gyermek-elhelyezési perben. Ez a lehetőség például akkor éledhet fel, ha az egyik szülő genetikai életesélyei sokkal rosszabbak a másik szülőénél. Ilyenkor, ha ez ismertté válik a bíróság előtt, könnyen befolyásolhatja az ítélezést, mondván: jobban szolgálja a gyermek érdekeit, ha nem a rövidebb életesélyekkel rendelkező szülőnél helyezik el. A magyar családjogi törvény szerint a szülők megegyezésének hiányában a bíróság a gyermeket annál a szülőnél helyezi el, akinél kedvezőbb testi, értelmi és erkölcsi fejlődése biztosított.<sup>17</sup>

### *Örökbefogadás*

Hagyományosan a családba tartozásnak, identitásnak mindig is fontos eleme volt a szeretet, gondoskodás, elfogadás, apai elismerő nyilatkozat, örökbefogadás. A biológiai bizonyítás vagy ellenbizonyítás csak kivételes volt. Néhány éve a biológiai rokonság ismét oly fontossá vált, hogy örökbefogadott gyermekek közül is sokan akarják tudni „valós” származásukat. Az ENSZ gyermekek jogairól szóló egyezménye elismerte a gyermekek identitáshoz való jogait. Ez a jog konfliktusba kerülhet más személyek magánéleti jogaival, az új és régi család integritásával. Mostanáig csak kevesen próbáltak nyomába eredni a biológiai rokonságnak. A DNS-azonosítás azonban olyan bizonyosságot ad, hogy nagy a kísértés a családi titkok kíméletlen felfedésére. Úgy tűnik, minden más megközelítéssel szemben tekintélyt szerzett e módszer. A probléma egyre erőteljesebben jelentkezik a donor ivarsejtrel létrehozott embriók esetében is, ahol a nagykorúság elérése esetén feltámadhat a biológiai identitás megismerésének vágya.

Az örökbefogadás során megtörténhet az, hogy az örökbefogadó szülők genetikai

„vizsgálat” alapján akarják biztosítani, hogy egészséges gyermeket fogadnak örökbe. Véleményem szerint ez kifogásolható, és ellentétes az örökbefogadás jogpolitikai céljával is. Az örökbefogadás célja ugyanis a magyar jog szerint az, hogy családi kapcsolat létesüljön az örökbefogadó és az örökbefogadott között. Elsősorban olyan kiskorúak családi nevelését célozza ez a jogintézmény, akiknek szülei nem élnek, vagy akiket szülei megfelelően nevelni nem képesek.<sup>18</sup>

### *Munkáltatók és a genetikai információ*

A magyar munkajog szerint a munkavállalótól csak olyan nyilatkozat megtétele, vagy adatlap kitöltése kérhető, illetve vele szemben csak olyan alkalmassági vizsgálat alkalmazható, amely személyiségi jogait nem sérti, és a munkaviszony létesítése szempontjából lényeges tájékoztatást nyújthat (Billings és Beckwith, 1992). Eszerint a munkáltatóra nem tartoznak a dolgozó egészségügyi adatai, ezt csak kivételes, pld. közegészségügyi okok indokolhatják. Az adatvédelmi törvény szerint különleges adat akkor kezelhető, ha az adatkezeléshez az érintett írásban hozzájárul, vagy – a faji eredetre, a nemzeti, nemzetiségi és etnikai hovatartozásra, a politikai véleményre, pártállásra, a vallásos vagy más meggyőződésre vonatkozó adatok esetén – az adatkezelés nemzetközi egyezményen alapul, vagy az Alkotmányban biztosított alapvető jog érvényesítése, továbbá a nemzetbiztonság, a bűnmegelőzés vagy a bűnüldözés érdekében törvény elrendeli. Az egészségügyi adatok körében egyéb törvény is elrendeli az adatkezelést. A gyakorlatban azonban sokszor egyáltalán nem könnyű egymástól elhatárolni a különböző célból gyűjtött genetikai adatokat. Ez még a hagyományos egészségügyi információ esetén sem mindig egyszerű. Ha például a munkáltató több dolgozója részére köt életbizto-

<sup>17</sup> Csjt. 72/A szakasz

<sup>18</sup> Csjt. 46. szakasz

sítást, akkor a biztosító magatartásából a munkáltató könnyen következtetethet a dolgozó egészségi állapotára anélkül is, hogy az egészségügyi dokumentációt a munkáltató megszerezne. Ha például negyven dolgozó közül hármat a biztosító nem kíván biztosítani, vagy csak emelt díjazásért, holott önmagában a biztosítandó személyek életkora nem indokolná a kedvezőtlenebb elbírálást, akkor könnyű kitalálni, hogy a három dolgozó komoly egészségügyi kockázattal bír. Márpedig ez a tény közvetve befolyásolhatja a munkáltatót a dolgozó foglalkoztatásában.

### *Záró gondolatok*

A példákban nyilvánvaló, hogy a genetikai adat komoly hatással lehet az egyén életmódjára, életvezetésére, párválasztására, gyermekvállalására, pályaválasztására, sőt tanulási ambícióira is. Ha bárki kíváncsi és felkészült a genetikai jellemzőivel való szembenézésre, és sorsának e koordináták közötti alakítására, elvileg szabadon dönthet a genetikai vizsgálat elvégzéséről. Jogi szempontból világszerte inkább az a kérdés, hogy milyen célokra használható fel az egyéni és a kollektív genetikai adat.

A genetikai információk sok esetben fontosak a társadalom számára is, hiszen betegségek kialakulásának, kezelésnek jobb megértését, eredményességét növelhetik. Nemcsak az orvosi biológiai kutatásokban használható ez az ismeret, de a genetikai kutatások a populációtörténet, az antropológia számára is hasznos szempontokat szolgáltathatnak. A genomkutatásnak köszönhetően hamarosan sokkal többet fogunk tudni egyes betegségek genetikai hátteréről, az egyes betegsé-

gekre való hajlamról. Ettől azonban még egyáltalán nem növekednek arányosan a terápiás lehetőségek is. Vagyis az információk szaporodása egyelőre megelőzi az azok nyomán hozható reális döntési alternatívák növekedési ütemét.

Persze nyomós gazdasági érdekek is húzódnak a genetikai kíváncsiságok mögött. A munkáltatókat, biztosítókat komolyan érdekelhetik munkavállalóik, pályázóik, ügyfeleik genetikai adatai kockázatcsökkentés vagy éppen az optimális munkaerő-kiválasztás érdekében.

Tudnunk kell, hogy a genetikai ismeretek révén „átláthatóságunk” egyre nő. Fontos információk nyerhetők rólunk és családjaink halálunk után is, hiszen bár testünk elpusztul, génmintáink az adatbankban továbbra is tanulmányozhatók. Ezáltal olyan genetikai jellemzők tudhatók meg, amelyek a kutatásban részt nem vevő, de még élő családtagokat is érinthetik.

Persze a génkészlet titkainak teljes felderítése még hosszú folyamat lesz, de úgy tűnik, hogy a XXI. század biológiaiilag egyre pontosabb emberképpel ajándékozik meg bennünket. Genetikai emberismeretünk kétségkívül sok előnnyel jár majd, de ha egyéniségünket megfosztjuk minden genetikán kívüli tulajdonságától, emberi és kulturális kapcsolataitól, akkor a genetikai redukcionizmus csapdájába kerülhet a tudomány. Éppen ezért, mint minden új tudományos paradigma, a genetikai „kódrendszer” társadalmi kontextusból való kiemelése is veszélyeket rejt magában. Ez azonban csak a többoldalú értelmezési folyamat szükségességére mutat rá, és nem kérdőjelezi meg a genomikai kutatások fontosságát.

### **IRODALOM**

- Beckwith, J., Alper, J. S. (1998). Reconsidering Genetic Discrimination Legislation. *Journal of Law, Medicine and Ethics* 205
- Billings, P., Beckwith, J. (1992). Genetic Testing in the Workplace: A View from the USA. *Trends in*

- Genetics 198
- Directive 98/44/EC of the European Parliament and of the Council of 6 July 1998 on the Legal Protection of Biotechnological Inventions. *Official Journal L* 213, 30/07/1998 p. 0013 - 0021

- Doherty, N. A., Posey, LL. (1998). On the Value of a Checkup: Adverse Selection, Moral Hazard and the Value of Information. *Journal of Risk and Insurance* 189-211.
- Durfy, S. J., Buchanan, T. E., Burke, W. (1998). Testing for Inherited Susceptibility to Breast Cancer: A Survey of Informed Consent Forms for BRCA1 and BRCA2 Mutation Testing. *American Journal of Medical Genetics* 82-87
- Henn, W. (1999). Genetic Screening with the DNA Chip: A New Pandora's Box? *Journal of Medical Ethics* 200
- Lerman, C., Peshkin, BN., Hughes, C., Isaacs, C. (1998). Family Disclosure in Genetic Testing for Cancer Susceptibility: Determinants and Consequences. *Journal of Health Care Law and Policy* 353
- McGleenan, T., Wiesing, U., Ewald, F. (1999). *Genetics & Insurance*. Bios. Oxford
- Mulholland, W. F., Jaeger, AS. (1999). Genetic Privacy and Discrimination: A Survey of State Legislation. *Jurimetrics* 291



# *Technológiapolitika*

## **EGY INNOVÁCIÓS PARK MAGYARORSZÁGON**

### **- az INNOTECH Műegyetemi Innovációs Park -**

Pálmai Zoltán

a műszaki tudományok kandidátusa, BME Innotech Park – palmai@innotech.hu

1992-ben a Magyar Tudomány már foglalkozott a hazai innovációs parkokkal (1), amikor többen, így Berényi Dénes, Pungor Ernő és a parkokat létrehozó állami szervek, illetve a parkok vezetői kifejtették véleményüket, indítékaikat és tapasztalataikat a '80-as évek második felében létrehozott innovációs parki kezdeményezésekről. Azóta nagyot változott a parkok hazai világa: a '90-es évek elején, „második hullámként” elindult a (technológiai) inkubátorok, majd harmadikként az ipari parkok fejlesztése. Ez utóbbi már iparpolitikai léptékkal mérve is jelentős: jelenleg 133 ipari park projektet tartanak nyilván, amelyek egy része számoztató sikereket ért el. Több mint 110 ezer munkahely létesült, és az ipari termelés közel egynegyede koncentráldik már az ipari parkokba (2). A nagy feladat az utóbbi időben fogalmazódott meg: hogyan lehet ezeket az innováció melegágyaivá tenni.

Már a tervezés időszakában nyilvánvalóvá vált, hogy a Budapesti Műszaki Egyetem mellett létrejövő innovációs parknak egy sajátos körülményt meghatározó módon figyelembe kell vennie. Ez pedig az, hogy az elmúlt évtizedek során maga az egyetem is egy valóságos innovációs parkká vált. Az egyetemnek ez a jellege az elsősorban tan-

széki szerveződésben realizált szerződéses (a korábbi terminológia ismert „KK”) munkák formájában nyilvánult meg, átfogva a kutatástól a kifejlesztett termékek egyedi illetve kis sorozatú gyártásáig, illetve új technológiák gyakorlati bevezetéséig terjedő fázisokat. A BME által a park létrehozására előterjesztett javaslat szerint (3) „az innovációs parknak ezen adottságokhoz úgy kell illeszkednie, hogy többletteljesítményt legyen képes gerjeszteni”. Ez a követelmény mindvégig egyik meghatározó szempont maradt.

*Az INNOTECH létrejötté,  
tulajdonosi érdekelttség*

Az INNOTECH Műegyetemi Innovációs Parkot 1987-ben a Budapesti Műszaki Egyetem, az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság, az Ipari Minisztérium ill. az Ipari Fejlesztési Bank és Budapest XI. ker. Tanácsa hozta létre 97,5 MFT alaptőkével. A szervezet 2 évig „egyetem által gesztorált, nem önálló jogi személyiségű gazdasági társaság” formájában működött, majd 1989-ben korlátolt felelősségű társasággá alakult. A mai tulajdonosi összetétel: BME 52 %, Önkormányzat 38 %, Oktatási Minisztérium (OMFB) 10 %. Fontos megjegyezni, hogy noha az INNOTECH-et



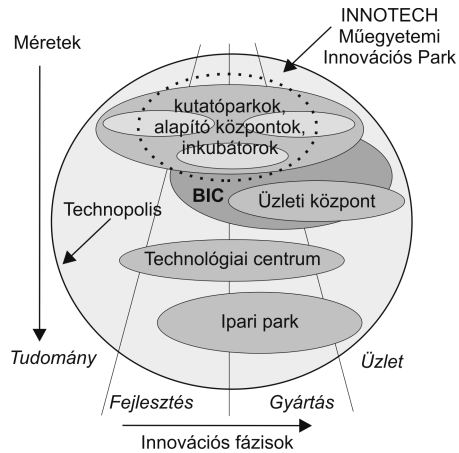
gazdasági társaságként hozták létre, amelynek természetes jellemzője a nyereség-orientáltság, a tulajdonosok máig non-profit szervezetként működtetik: a képződő nyereséget a tevékenység fejlesztésére fordíthatja a park. Ez a tulajdonosi összetétel az innovációs parkok nemzetközi tapasztalatai szerint eszményinek minősíthető. Érdekltségük közös gyűjtőpontjában az egyetemi tudás gazdasági hasznosulása áll, így hatékony működtetésében egyöntetűen érdekeltek.

A park telephelye Budapest XI. kerületében, a BME-től nem messze található. A mintegy 9000 m<sup>2</sup> alapterületen 3100 m<sup>2</sup> labor, műhely, iroda stb. céljára alkalmas, összesen 129 helyiség található, ami alig több, mint egy technológiai inkubátor szokásos területe. Mégis, a 80-as évek közepén elindított egyetem-közeli innovációs parki projektek közül egyedül az INNOTECH vált képessé valóságos parki feltételek kialakítására.

A nemzetközi gyakorlatban ismeretes különböző park-változatokat két rendező elv, nagyságuk és a fő innovációs fázisokhoz való viszonyuk szerint lehet jellemzően meghatározni. Az 1. ábra a legfontosabb típusok között az INNOTECH helyét is bemutatja (természetesen nem jelölve minden változatot, hiszen ismeretesek nagy méretű tudományos parkok stb.).

### Szakmai főirányok

A szakmai főirányok kiválasztása a nemzetközi tendenciák elemzésén alapult. Az 1987. februárjában készült egyetemi munkaanyag (3) megfogalmazása szerint „a park célja elsősorban az ipari innovációnak a mikroelektronikai és mechatronikai eredményekkel való támogatása, de működési területe kiterjedhet olyan egyéb technológiákra is, amelyek a Budapesti Műszaki Egyetem szellemi bázisán fejleszthetők.” Az eltelt kereken 15 év fejlődési folyamatai átrendezték a park aktivitásának szakmai irányait. A '90-es évek



1. ábra • Az innovációs parkok fő típusai (BIC: Business and Innovation Center – specifikus európai modell)

első felében az eredeti tervekben nagy súlyt képviselő gépipar jelentősen visszaesett, a kutatási-fejlesztés összezsugorodott, így a gyártásautomatizálásra és a mechatronikára a parkban nem volt igény. Az is tény, hogy az elektronika hazai fejlődése helyett az ipar elektronizálása és az informatika fejlődése gyorsult fel, és ez tart ma is. Az elektronizálás, a szoftver- és hardverfejlesztés, az informatika alkalmazása az innovációs park egyik fő tevékenységi területévé vált, a parkba települt cégek és a parkot a szellemi vállalkozás inkubátoraként használó egyetemi fejlesztő csoportok jelentős része működik ezeken a területeken.

A legkülönbözőbb technológiákhoz kapcsolódóan *szoftverfejlesztési igények a gazdaság szinte valamennyi szektorából jelentkeznek*. Jellemző példaként említhetők pl. a kincstári vagyonelemek épületállományának állapot-meghatározására irányuló kutatási feladatok, diagnosztika, állapot-felmérés, ingatlangazdálkodás. Rendszeresen visszatérő feladatokat adnak az energetikai (pl. erőáramú) berendezések, rendszerek megbízhatósági, üzemeltetés-optimalizálási, valamint szoftverfejlesztési igényei. Jellemzőek

a nagy méretű ill. magas megbízhatósági szintet megkívánó (pl. atomerőművi) építmények mechanikai modellezési feladatai, élettartam kimerülés vizsgálatai stb. Gyakoriatk az úttervezői, állapot-feltérési, talajmechanikai vizsgálatok, a kapcsolódó anyagok és technológiák fejlesztésével. Széles szakmai spektrumot fognak át az anyagtechnológia fejlesztési feladatok is: a fémek károsodás-analízisétől a diagnosztikai módszereken és alkalmazásaikon át az aszfalttechnológiákig számos területen tevékenykednek egyetemi csapatok – az INNOTECH keretében. Emelést érdemelnek még a környezetmegóvással kapcsolatos feladatok (szennyvíztisztítás, veszélyes hulladékok kezelése).

Az innovációs láncban az említett aktivitás részben a kutatás, nagyrészt pedig a fejlesztés körébe tartozik. Az INNOTECH működésére tehát azon egyetemi K+F tevékenység jellemző, amelyet a közeli múltban a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen a K+F projektek körében végzett széleskörű vizsgálat a *gyakorlati hasznosításhoz szorosan kötődő* munkák körébe sorolt (4).

*A park működési módja: „inkubátor, vagy kooperatív rendszer“?*

Az INNOTECH működési módja – a BME „kvázi-innovációs parki” jellegét is figyelembe véve – különböző elképzelések ütközése során alakult ki.

Az 1986-ban készült munkabizottsági előterjesztés tulajdonképpen egy nagy saját eszközállományú műszaki fejlesztési vállalat profilját rajzolta fel:

„...az Egyetem meglévő eszközállományára építve, azokat kiegészítve olyan csúcstechnológiai és technológiai eszköz beruházásra van szükség, amely a már meglévőkkel együtt – a park hatékony működési szabályzatával segítve – biztosítja ill. támogatja egyebek között ipari integrált gyártórendszerek létrehozását, automatizált műszaki tervezés széleskörű elterjesztését, csúcstechnológiai

külföldi eredmények honosítását, kissorozatú egyedi műszerek és intelligens eszközök előállítását, egyszóval gép- és vegyipari technológiák létrehozását és a termelési folyamatba való bevezetését.

A park a BME jelenlegi innovációs tevékenységéhez képest az alábbi többletet képes nyújtani:

a) vállalkozói szervezete révén innovációs piacutatás, piacszerzés, projektmenedzselés

b) kis sorozatú egyedi gyártás a profiljába eső területen

c) saját eszközpark rendelkezésre bocsátása egyes olyan régiókban, amelyekben a BME kutatási eszközei nem képeznek kielégítő háttérrel. Például CAD/CAM rendszerek fejlesztéséhez szükséges számítógépes háttér, nagy pontosságú megmunkálás technika mérőeszközei és szerszámai, berendezés-orientált áramkörök tervező apparátusa stb.

d) vállalkozói tőke, amellyel önállóan finanszírozhat a park vezetési mechanizmusa által kifizetődőnek ítélt projekteket ill. találmányokat.”

Ehhez a koncepcióhoz konkrét építkezési elgondolás és géplista is kapcsolódott, amelynek realizálása adta volna a park épület- és technikai bázisát. Amikor nyilvánlővá vált, hogy ennek a koncepciónak a megvalósításához szükséges pénz biztosítása reménytelen, vissza kellett térni a kiinduláshoz: innovációs parkot akarunk, amely az egyetemi tudást vállalkozási alapon kapcsolja a gazdasággal. Ehhez voltak meg a feltételek, amelyek kihasználásához olyan működési módra volt szükség, amely megfelelt a parkalapítók érdekeinek, és az adottságoknak.

Két, formailag különböző, a lényegyet tekintve viszont azonos működési módot alakítottunk ki, a kooperatív rendszerek Vámos Tibor által adott (5) meghatározása szerint:

• *tradicionálisnak tekinthető inkubáció az INNOTECH telephelyén kisvállalkozások számára és*

• *virtuális inkubáció a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem kutató, fejlesztő tanárai számára.*

*a) A tradicionális inkubáció*

A parki telephelyen – egymást segítő kisvállalkozásokból álló – laza helyi rendszer, amelynek kicsatolása az iparba nagyrészt külön-külön történik: a parkon belül esetenként együttműködnek a vállalkozások, viszont ki-ki maga értékesít kifelé. A park technológiai inkubátor funkciójának ellátásában „keretszervezetként” működik, telephelyére fogad kis innovatív vállalkozásokat: kisszövetkezeteket, kis korlátolt felelősségű társaságokat stb. A kisszervezetekkel szemben az volt az elvárás, hogy műszaki fejlesztés legyen a fő tevékenységük, és profiljuk igényelje a park többi szervezetével való szellemi és fizikai együttműködést (5), és ez ma is érvényes. Az üzletileg és technológiája fejlesztésében megerősödött kisvállalkozás egy – az INNOTECH-nél nem rögzített – idő után kiköltözik a technológiai inkubátorból.

Az OPLC-NIT Kft.-t 1993 novemberében a Labor Műszergyár Rt. hét fejlesztőmérnöke és a Multinova Befektetési Kft. alapította műszerfejlesztői, gyártói és kereskedelmi tevékenységre. A cég az INNOTECH Műegyetemi Innovációs Parkba települt. Eredeti magyar ötlet (1976) és a kapcsolódó szabadalmak alapján, az OMFB-től pályázati úton elnyert támogatás segítségével az 1994-95 években egy új, automatizált túlnyomásos rétegekromatográfias rendszert fejlesztettek ki. Ezt követően a készülék gyártása, piacbevezetése, forgalmazása következett hazai és külföldi piacokon egyaránt.

A túlnyomásos rétegekromatográfia (Overpressured Layer Chromatography, OPLC) alapja, hogy a réteg-rendszerű szorbenságy felületét külső nyomás segítségével lezárják, és a mozgó fázist kényszeráramlással, szivattyú segítségével (túlnyomással)

áramoltatják. A technika integrálja a hagyományos rétegekromatográfia (thin layer chromatography, TLC) és a nagy-hatékonyságú, oszlop-rendszerű folyadék kromatográfia (high performance liquid chromatography, HPLC) előnyeit, azaz a rétegekromatográfia párhuzamos elemzés lehetőségét és a HPLC-re jellemző kényszeráramlást.

Az OPLC-NIT-nek 50 rendszert – folyamatos mérnöki, tanácsadói tevékenységgel kiegészítve – sikerült bevezetnie különböző egyetemi és ipari kutatási-fejlesztési és minőségbiztosítási laboratóriumokban, pl. a gyógyszeripar, élelmiszeripar területén. Eddig több mint 60 készüléket adtak el, ezek több mint felét fejlett országokban használják (USA, Japán, Franciaország, Németország, Svájc stb.). A legjobb hazai vevőnek számító Richter Gedeon Rt. felkészült munkatársai kiváló eredményekkel alkalmazzák az OPLC technikát analitikai és preparatív területen egyaránt. Mindez üzletileg azzal jellemezhető, hogy az OPLC-NIT az INNOTECH technológiai inkubátorába költözése óta kereken megtízszerezte forgalmát.

Ismeretes, hogy az inkubációnak két fontos eleme van: infrastrukturális szolgáltatások a kisvállalkozás működéséhez és olyan légkör teremtése, amely a vállalkozót üzleti aktivitásában felkészíti a piaci versenyre. Ez utóbbi mindenütt egy tanulási folyamat, a magyarországi viszonyok között pedig különösen az. Ezért aztán a „spin-off” cégek keletkezésének nemzetközileg ismert folyamata itthon esetenként sajátos utat is követhet, amelyet a Pharmatex Kft. példája jól érzékeltet.

A Pharmatex Kft. 1990-ben alakult. Alapítói a BME Polimertechnika és Textiltechnológia Tanszékről két, és a KMF Textiltechnológiai Tanszékről egy oktató, valamint egy osztrák pénzügyi befektető társaság. A Pharmatex Kft. kompressziós láb- és karharisnyák gyártása céljából alakult. A tanszéki kutatások eredményeként kidolgozott technológiával

termeltek az INNOTECH Műegyetemi Innovációs Parkban 1992-től 1997 végéig, ezalatt a cég árbevétele a háromszorosára nőtt. Közben 1994-ben a BME Polimertechnika és Textiltechnológia Tanszék két oktatója, akik a Pharmatex Kft. résztulajdonosai, egy harmadik tanszéki kollégával lízing-privatizációs formában privatizálták az Albertfalvai Cérnázó Kft-t. A vállalat működésének átszervezése eredményeként az addig erősen veszteséges cég nyereségesé vált, és 1996-ban a teljes vételárát ki tudták fizetni. Az Albertfalvai Cérnázó Kft. tulajdonosai 1997 végén kivásárolták a Pharmatex Kft. osztrák tulajdonú üzletrészét, ezzel az teljesen a tanszéki fejlesztők tulajdonába került, és az innovációs parkból kiköltöztették az Albertfalvai Cérnázó Kft. telephelyére. Ezzel az inkubációs folyamat lezárult, de a továbbiakban mindkét cég erőteljesen tovább fejlődött, ami megerősítette a pénzügyi alapját annak, hogy jelentős tulajdont szerezzenek a Szalag- és Zsinórgyár Rt-ben, valamint az UNIONTEX Kft-ben. Így elmondható, hogy a Pharmatex Kft. 1990. évi megalakulásától napjainkig e technológiai kisvállalkozás egyetemi alapítóinak érdekltségű körébe került egy többmilliárdos árbevételű és több száz embert foglalkoztató textilipari vállalatcsoport.

#### *b) A virtuális inkubáció*

lényege az INNOTECH estében az, hogy cég-szolgáltatásokat nyújt a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem kutató, fejlesztő tanárainak, K+F teamjeinek, laborjainak stb., ezek nem alakítanak külön, önálló jogi személyiségű vállalkozást, hanem az INNOTECH-et használják úgy, mintha a sajátjuk lenne. Ezek az egységek a gyakorlatban *informális gazdasági társaságként működnek*, jogi keretek nélkül, ám valójában egy formálisan is megalakult cég összes lényeges jellemzőit magukon viselik:

- *saját fejlődési irányának, K+F stratégiájának szuverén meghatározásánál,*

- *az irányítás módjának és személyeinek ügyeiben,*

- *a munkatársak kiválasztásánál és*
- *önálló gazdálkodást folytatnak a bevétel és kiadások tekintetében (az esetleges túllépések meghatározott korlátozásával).*

Ezek a munkacsoportok tehát stabilak, fejlesztés orientált, kvázi-kisvállalkozásoknak tekintendők, s *az egyetemi technológia-diffúzió fontos szereplői*. Lényegesen különböznek a teamektől, tagjai évek óta, több feladat megoldásán együtt dolgoznak.

Mindez úgy lehetséges, hogy ezek a „cégek” egy kooperatív struktúrában léteznek, amely az INNOTECH virtuális inkubátormodelljének lényege. Ez a nem direkt parki telephelyhez kötött, *struktúrában létező innovációs park* a szoros kapcsolatok rendszerére épül, amelyeknek három fontos jellemzője van:

- *minden résztvevő érdekei garantáltan – szerződéssel is alátámasztva – érvényesülnek*

- *a működési és kooperációs szabályok egyértelműen rögzítettek*

- *ezeket a szabályokat minden résztvevő ismeri.*

Ez egy tipikus kooperatív rendszer (5), amely szilárd alapot ad annak a struktúrának, amelyben az INNOTECH már kereken tizenöt éve technológia-transzfer vállalkozásként funkcionál: *a gazdaságban szerződéses alapon fejleszt ill. vállalkozik*. Ez idő alatt igen sok technológiát adott át az iparnak, sőt, szélesebb körben a gazdaságnak főleg beföldön, de esetenként külföldön is. A modell működési biztonságát, egyben a résztvevők korrektségét jellemzi, hogy ez idő alatt nem megfelelő teljesítés miatt jogi vitára egyetlen esetben sem került sor!

*Így tehát az INNOTECH tulajdonképpen maga is egy spin-off cég*, amelyet a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem – alapítótársaival közösen – azért hozott létre, hogy a *K+F eredményeket és a K+F*

*kapacitást a gazdaságban hasznosítsa. Az INNOTECH önmagából is kibocsát – egyedül vagy az egyetemmel közösen – műszaki fejlesztési vállalkozásokat, amelyeknek a működéséhez szolgáltatásokat nyújt. Az INNOTECH saját kibocsátására példaként a PC-Start Bt. említhető, amely az innovációs park számítástechnikai szolgáltatásait „privatizálta”, természetesen közös megegyezéssel. Azóta a parkban önállóan működik, és a szakmai kompetenciájába tartozó parki feladatokat üzleti alapon maga látja el. Ez esetben az egyetemi oktató útja először az INNOTECH-be vezetett, majd egy idő után innen lépett tovább az üzleti élet irányába: saját céget alapított.*

Az egyetemmel közös spin-off cégre példa az informatikai oktatóknak az a K+F munkára szövetkezett csoportja, amely – tartós INNOTECH partnerség után – egyetemi létüket megőrizve létrehozta a Magyar Telematika Részvénytársaságot.

Az 1990-es évek első felében a BME Villamosmérnöki és Informatikai Kar több oktatója az önálló gazdasági társaság létrehozásával is megpróbálkozott. Ehhez az információtechnológia és annak alkalmazása más technológiákkal szemben könnyebben teljesíthető követelményeket támasztott. Abban az időben érdekes munkamegosztás alakult ki az Egyetem és a megalakult spin-off társaságok között: az utóbbiak a dinamikusabb alkalmazkodást igénylő alkalmazásfejlesztések területén kifejezetten sikeresen tudtak megindulni. Néhány egyetem-közeli cég megalakításában és működtetésében az INNOTECH-nek fontos szerep jutott és jut ma is, elsősorban a cég működtetésének segítségével, az ahhoz való szolgáltatás nyújtásában. A kisvállalkozások jelentős informatikai fejlesztési megbízásokat nyertek el olyan nagyvállalatoktól, mint a MATÁV, a Posta, a MÁV.

Az elmúlt évtizedben hazánkban is megjelentek a multinacionális cégek, és jelentős piacot hódítottak el a magyar mikro- és kis-

vállalkozásoktól. Az egyetem-közeli cégek közül erre többen úgy reagáltak, hogy közös, nagyobb tőkeerővel rendelkező céget hoztak létre. Így jött létre 1995-ben 10 M Ft alapítókével a Magyar Telematika Részvénytársaság (MATE Rt.). A céget szoftverkészítésre, szaktanácsadásra részint az említett cégek, részint az azokban dolgozó fejlesztőmérnökök alapították. Ennek megfelelően a zártkörű részvénytársaság a Műegyetem oktatói, kutatói (88 %) és négy, az informatika illetve a telematika területén működő társaság (12 %) tulajdonaként alakult meg.

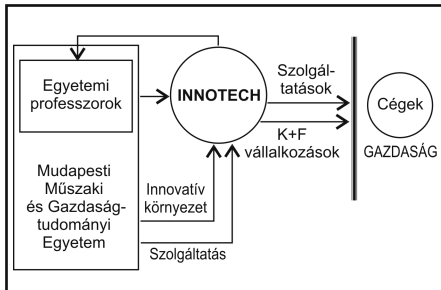
A MATE Rt. – mint önállóan gazdálkodó szervezet – és az INNOTECH között jól megalapozott kapcsolat jött létre. Ez elsősorban szakmai, erőforrás-gazdálkodási együttműködésben valósult meg, részben az innovációs park által biztosított infrastrukturális, pénzügyi szolgáltatások igénybevételét jelenti. A dinamikusan fejlődő cég jelentős eredményeket ért el a költségvetési gazdálkodás informatikai támogatásában. Kifejlesztette és a Műegyetemen sikeresen bevezette a Felsőoktatás Egységes Gazdálkodási Rendszerét (EGR), az egyetemek K+F tevékenységeinek támogatására pályázat nyilvántartási rendszert fejlesztett ki és terjesztett el. Fontos fejlesztő munkát végzett a Budapest-Hegyeshalom vasútvonal központi forgalomellenőrző és felsővezeték energiaellátó távvezérlő rendszer szoftverjének elkészítésében és üzembe helyezésében.

Tágabb értelemben az INNOTECH Műegyetemi Innovációs Park révén realizálódó technológia-transzfer is szolgáltatás, amely az ipar, ill. szélesebb körben a gazdaság felé irányul. Ez úgy valósul meg, hogy az INNOTECH szolgáltatást vásárol

- az egyetemi professzoroktól, illetve az általuk nagy önállósággal irányított K+F munkacsoportoktól

- magától a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemtől, amely az innovatív környezetet is biztosítja.

Mindez úgy foglalható össze, hogy az INNOTECH egy *műszaki fejlesztési szolgáltatást konvertáló szervezet*, amely olyan, minőségileg összetett, komplex szolgáltatásokat értékesít, amelyek már „parki termékek”: saját és vásárolt, kapott elemekből készülnek. Ezt a technológia-transzfer modellét szemlélteti a 2. ábra.



2. ábra • A technológia-diffúzió modellje az INNOTECH Műegyetemi Innovációs Parkban

Ennek a működési módnak különböző szinten szabályozott szervezeti formája alakult ki:

a) *egy-egy tanszéki team rendszeresen, a leírtak szerint, de jogilag rögzített keretszerződés nélkül működik együtt az INNOTECH-hel;*

b) *az érintett tanszék és az INNOTECH meghatározott szakmai területen együttműködési megállapodást kötnek;*

c) *a tanszék és az INNOTECH formálisan is technológia-transzfer irodát hoznak létre.*

Az a) módszer számos példája közül említhető a Tartószerkezetek Mechanikája Tanszék K+F teamje amely – egyebek mellett – a stabilitási, szilárdsági modellezésben kifejlesztett számítási módszereit sikerrel alkalmazza nagy energetikai létesítmények építményeinek megbízhatósági vizsgálatainál. Más jellegű a Mezőgazdasági Kémiai Technológia Tanszéknek az INNOTECH

nyújtotta virtuális inkubáció keretében dolgozó K+F teamje, amely – sajátos virtuális cégeként – új, interdiszciplináris mérési eljárások kidolgozására és azok gyakorlati alkalmazására szakosodott.

A b) módszer aktuális példája az a Geotechnikai Tanszék, a Hidak és Szerkezetek Tanszék, valamint az Út- és Vasútépítési Tanszék összefogásával létrejött konzorcium, amely az M3 autópálya minőségbiztosítási technológiájának kidolgozására és alkalmazásának felügyeletére vállalkozott az INNOTECH nyújtotta inkubációs szolgáltatás bázisán.

A c) változatot az INNOTECH Erősáramú Iroda példázza.

Még 1990-ben „született” meg az Erősáramú Iroda a BME Erősáramú Intézet és az INNOTECH Kft. között létrejött együttműködési megállapodás alapján. Eredeti elképzelés szerint a Kft. és azon belül az Iroda feladata az Erősáramú Intézet kutatási eredményeinek ipari hasznosítása volt. Már a kezdet kezdetén cél volt azonban további kutatási lehetőségek feltárása is olyan témákban, amelyek több tanszék együttműködését igénylik, és amelyek szervezéséhez, lebonyolításához az INNOTECH a gazdaság többi szereplőjével azonos feltételeket tudott biztosítani. Erre azért volt szükség, mert a piacon megjelentek a régi nagyvállalatokból és kutatóintézetekből alakult rugalmas, tervezői ill. fejlesztői munkákat vállaló kisebb cégek, amelyekkel komolyan versenyezni kellett az amúgy éppen szűkülő piacon. Másfél évvel később három tanszékre vált szét az Erősáramú Intézet, ami csak fokozta az irodával szemben elvárt szervezői, koordinálói, lebonyolítói igényeket.

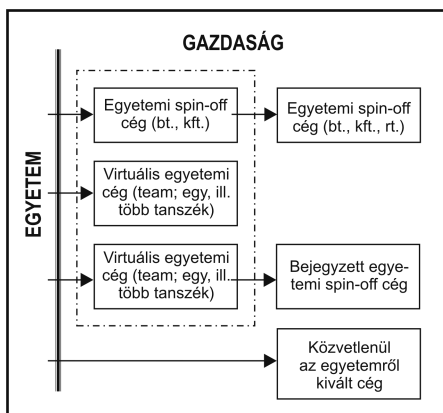
A '90-es évek elején lassan elfogytak a korábbi „szocialista” nagyvállalatoktól érkező megrendelések. Nem volt vevő K+F tevékenységre, ezért olyan munkák után kellett nézni, amelyek lehetőleg magas mérnöki színvonalat, esetleg valamilyen speciális terü-

let ismeretét igényelik. Az INNOTECH Kft. keretében meglévő lehetőségeket ekkor lehetett igazán kihasználni. A több szakmai terület ismeretét igénylő feladatok esetén egyszerre több tanszék dolgozóit lehetett egy teambe, egy adott munkára összefogni. Nemegy esetben előfordult, hogy nemcsak a villamosmérnöki kari tanszékek, hanem más – jellemzően gépész – kari tanszékek mérnökei is részt vettek a feladatok megoldásában, illetve a csapatmunkába szükség esetén bevontunk külső szakértőket is. Ezeket a feladat elvégzéséhez mindig alkalmazkodó, nem feltétlenül állandóan együtt dolgozó csoportokat az INNOTECH Kft. keretein belül nagyon rugalmasan és jól lehetett létrehozni.

Gyakorlatilag a '90-es évek végéig a munkák döntő része valamilyen konkrét feladat vizsgálatát, problémák megoldását jelentette. A gazdaság erősödésével együtt újabban ismét megjelent az „igazi” K+F tevékenységek iránti fizetőképes kereslet, és ezek látszólag teljesen különböző profilú tanszékek hosszú távú együttműködését igényli, ami az iroda létrejöttékor elképzelt eredeti célkitűzés volt. Természetesen ezek az ipari vállalatok által finanszírozott kutatások mindig fejlesztik az adott terület oktatási tevékenységét is.

A dolog természetéből következik, hogy a *virtuális inkubáció is elvezethet a spin-off fázisig*. Az INNOTECH működési köréhez kapcsolódó egyetemi spin-off aktivitásnak különböző formái alakultak ki. A „tradicionális” változat mellett, amikor az egyetemi oktatók az innovációs parkba telepítik vállalkozásukat (ilyenre mutat példát a Pharmatex esete), a virtuális cégek egy része annyira meggyökeresedik az üzleti életben, hogy megalakítják önálló gazdasági társaságukat, a virtuális cégből jogi személyiségű vállalkozássá válnak. Olyan változat is van, hogy a vállalkozás közvetlenül az Egyetemről lép ki a gazdasági életbe, és működésénél az

INNOTECH üzleti szolgáltatásaira támaszkodik (mint pl. a MATE Rt.). Az innovációs parknak az egyetemi spin-off folyamatokban kialakult szerepét a 3. ábra mutatja.

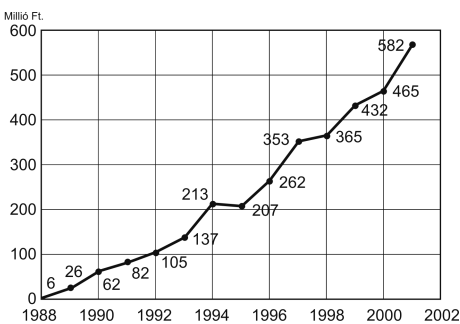


3. ábra • Az egyetemi spin-off cégek keletkezése az INNOTECH inkubátor szolgáltatási körében

#### A tevékenység eddigi mérlege

Az INNOTECH Műegyetemi Innovációs Park bevételeit 1988-tól a 4. ábra szemlélteti. E bevételek a telephely működtetéséből származó, valamint a virtuális inkubáció szerződéseik állományából befolyt bevételeket egyaránt tartalmazzák.

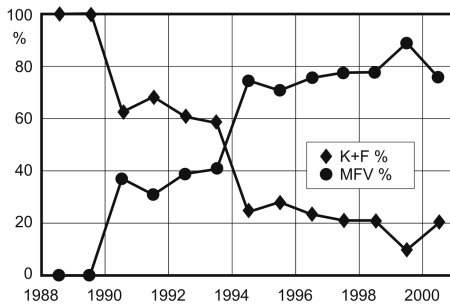
A telephelyi technológiai inkubátor már a '90-es évek első fele óta teljesen telített, a



4. ábra • Az INNOTECH bevételeinek alakulása

cégek helyszükségletétől függően 26-30 kisvállalkozás tud működni benne. Ezek együttes bevétele 2000-ben, az INNOTECH-et leszámítva, közel 1.2 Mrd Ft volt – kevesebb, mint egy hektáron!

A technológia-transzfer tevékenység, amelynek szervezeti formáit az előzőekben mutattuk be, jellegét tekintve kutatás-fejlesztés, illetve műszaki fejlesztési vállalkozás, amely a munkák pénzügyi keretétől szolgáló szerződéseken keresztül alakul. Az egyetemi kutatók, fejlesztők és a park menedzsment szemléletének változását is mutatja a két tevékenységi terület arányának módosulása. Az 5. ábra szerint a kezdeti időszak K+F dominanciája után mintegy 60-40 % arány állt be a K+F javára, majd az üzleti szellem felerősödésével ez megfordult, s a műszaki fejlesztési vállalkozások kerültek túlsúlyba. Ez jellemző jelenleg is.



5. ábra • A K+F projektek és a műszaki fejlesztési vállalkozások (MFV) alakulása

Az INNOTECH Műegyetemi Innovációs Park tehát több arculattal működő szervezet, mert

- telephelyére betelepült cégek számára a szokásos parki szolgáltatásokat nyújtja, ebben a tekintetben tehát tradicionális innovációs parkként működik

- kft-ként olyan gazdasági társaság, amelynek fő feladata az egyetemi K+F eredmények hasznosítása, vagyis egy tipikus technológiai transzfer vállalat és

- értékesíti az egyetemi professzorok K+F képességeit, akik így nem alakítanak saját céget, hanem az INNOTECH-et használják úgy, mintha az az övék lenne: virtuális inkubátorként funkcionál az innovációs park

- saját működése során kimunkált módszerek és összegyűjtött tapasztalatok a regionális fejlesztés, kis- és középvállalkozások támogatása.

#### A fejlődési lehetőségek

Az INNOTECH Műegyetemi Innovációs Park fejlődésének első szakasza lezárult. Kialakult, és egy meghatározott körben napi gyakorlatiá vált szolgáltatásaival – minden bizonnyal először Közép-Kelet-Európában – elérte, hogy nemzetközi viszonylatban is ténylegesen működő innovációs parknak tekintik. Működésében együtt vannak a különböző park-típusokra jellemző tevékenységi elemek.

Nyilvánvaló, hogy az INNOTECH bővítésre törekvés mindkét fő irányban, a tradicionális és a virtuális innovációs parki működésben is. Tradicionális parkként csak a már említett „agglomerációs modell” adaptálása kínálkozik, hiszen saját területi terjeszkedésre nincs esély. A „virtuális park” működés is korlátos, mert bár a BME tanári, kutatói bázisán még nyilvánvalóan jelentős innovációs kapacitással rendelkezünk, de mind szélesebb szakmai területeken, mint pl. az informatikában, máris szűk keresztmetszet mutatkozik. Olyan technológia-transzfer modellre van tehát szükség, amely az egyetemi szellemi kapacitás gyakorlati hasznosulásába multiplikatív elemet is belevisz: a tudás szélesebb körben hasznosul.

Közhelynek számít, hogy a tudás olyan valami, amely felhasználás közben nem fogy, hanem inkább gyarapodik. Nehéz viszont olyan struktúrát kialakítani, amelyben a megtöbbszöröződő hasznosítás anyagi eredményének tisztos része a szellemi bázisig visszarámlik. Olyan szervezeti keret kell ehhez,



amely a tudás hasznosításában minden résztvevő érdekeltségét érvényesíti, miközben az új technológiai ismereteket hasznosítók köre egyre bővül. Aligha lehet más út, mint a tudástranszfer üzleti csatornáinak szélesítése, amelyekben az egyetemi tudás adaptációra képes külső partnerekkel kapcsolódik.

A technológia-transzfer ígéretes terepe a regionális innováció, amely a tradicionális és virtuális innovációs parki működésnek egyaránt tág teret kínál. Úgy látszik, érdemes kapcsolódnai azokhoz a törekvésekhez, amelyek a regionális fejlesztés előmozdításában nagyobb szerepet szánnak a műszaki fejlesztésnek. Az INNOTECH által kezdeményezett, általunk *technológiafejlesztési övezetnek* nevezett innovációs intézményi struktúra hálózat jelleggel magába foglalja

- az összes ipari park, inkubátorház, technológiai centrum, innovációs park belső szolgáltatásait

- e szervezetek tevékenységét az ún. „agglomerációs modell” (6) irányában segíti fejlődni, vagyis szolgáltatásaikat, kooperációikat kerítésen kívülre, a környezetükre is terjesszék ki és

- szoros kölcsönös kapcsolatot létesít valamennyi, az innovációban érdekelt

*szervezet, szakmailag vagy területileg kapcsolódó K+F intézmény között.*

E háromszintű kapcsolatrendszer kialakításának eredményeként olyan, a térség gazdaságának jelentős részét lefedő új parki struktúra jön létre, amely az önmagukban is hatékony szervezetek eredményességét tovább növeli. Egyszerre javítja az adott térség vállalkozásainak versenyképességét, és előmozdítja az egyetemi termék- és technológiafejlesztési kapacitások iránti kereslet bővülését. Jellemző példa a Pest megyében az INNOTECH kezdeményezésére létrejött INCOPARK projekt (7), amely ennek realizálására törekszik. A technológiafejlesztési övezet lényege a már az INNOTECH belső működésében bevált kooperatív rendszer, amely összekapcsolja az adott térség műszaki fejlődésben érdekelt tényezőit: vállalkozásokat, intézményeket és természetesen K+F helyeket, *kiváltképp az INNOTECH révén a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemet.*

Az INNOTECH ezen az úton kíván a réggen „kinőtt”, szűk területét határoló kerítésen átlépni, és az egyetemi tudás gazdasági hasznosításához felkészült szakmai partnereket és lényegesen szélesebb működési területet nyerni.

## IRODALOM

1. Innovációs parkok Magyarországon. Magyar Tudomány 1992. No. 2. p. 157-170.
2. Forrás: Rakusz Lajos, az Ipari park Egyesület elnöke
3. Javaslat a BME innovációs park létesítésére. 1987. 02. 18. Munkanyag Tuschák Róberttől.
4. Dévai Katalin, Kerékgyártó György, Papanek Gábor, Borsi Balázs: A felsőoktatási K+F szerepe az innovációs folyamatokban. Magyar Tudomány 2001. No. 4. p.457-470.
5. Vámos Tibor: Hazánk és a műszaki haladás. Gyorsuló idő sorozat. Magvető Kiadó Bp., 1984.
6. Chorda, M.: Towards the Maturity Stage: An Insight into the Performance of French Technopoles. Technovation Vol. 16. No. 3 p. 143-151.
7. Kiss Endre, Pálmai Zoltán, Szoboszlai Zsolt, Varga Csaba: INCOPARK technológiai fejlesztési övezet programja Pest megyében. HÉA Stratégiakutató Intézet, 2000.

# NÉHÁNY GONDOLAT A „HUMÁN TÖKÉRE” ÉS A TUDOMÁNYOS KUTATÁSOKRA FORDÍTOTT KÖLTSÉGEK KÉRDÉSÉHEZ

Szentes Tamás

az MTA rendes tagja, egyetemi tanár, BKE

## *Szemléletbeli anomáliák*

(1) A tudományos kutatások és az oktatás állami „támogatásának” fogalma már önmagában véve is egy téves és mindinkább anakronisztikus szemlélet terméke. Hiszen már régóta közhelynek számít a szakirodalomban<sup>1</sup>, hogy a *szellemi, illetve humán tőke fejlesztését szolgáló beruházások* lényegesen nagyobb mértékben járulnak hozzá a nemzetgazdaság távlati fejlődéséhez és világgazdasági felzárkózásához, mint az anyagi termelés bővítését célzó beruházások! (Ráadásul ez a felismerés az elsők között annak az Egyesült Államoknak a szakirodalmában fejeződött ki a leghatározottabban<sup>2</sup>, amely tudományos eredményeinek és szakembergárdájának nem csekély részét a más országokban fejlesztett humán tőke megszerzésének, nem utolsósorban a bevándorolt tudó-

soknak köszönhette, és amely – ellentétben hazánkkal – bőségesen rendelkezik más erőforrásokkal is.) Napjainkban a „tudásipar” szerepe és fejlesztésének elsőrendű fontossága, nem utolsósorban a globalizáció és az informatikai forradalom összefüggésében, minden korábbinál nagyobb hangsúlyt kap – a hazai irodalomban is<sup>3</sup>.

Mindennek ellenére (részben a krónikus pénzügyi gondok, költségvetési deficitek miatt, de részben a szemléletmód változásának elmaradása miatt is!) még évekig tovább folytatódott – a kormányzó pártok jellegétől és meghirdetett politikájától függetlenül – az az évtizedekre visszanyúló pénzügyi, költségvetési politika, amely a „tudomány és technológia emberi erőforrása” (*TéTEE*) fejlesztésére fordítható összegeket *nem* (nagyon is megtérülő) beruházásként, hanem gyakorlatilag a *maradék-élv* alapján határozta meg, vagyis annak nyomán, hogy mennyi maradt a néhány fontosabbnak vélt költségvetési tételre (így nemcsak az államigazgatás és közbiztonság céljaira, de egyes termelő és szolgáltató ágazatok támogatására is) fordított összegek után. Mindennek következményeként a *TéTEE* fejlesztésére, a tudományos kutatásokra, illetve a K+F kiadásokra fordított összegeknek a hazai GDP-n belüli aránya messze elmaradt a fejlett országokétól, különösen pedig a gyors felzárkózást elért országokétól. Csupán az elmúlt évben

<sup>1</sup>„Nyugaton a gazdasági növekedés forrásaira vonatkozó imponáló statisztikák és nagy számban felvonultatott kvantitatív tanulmányok sora bizonyította, hogy nem a fizikai tőke, hanem a humán tőke növekedése ... volt a fejlett országokban a gazdasági fejlődés főforrása.” – állapítja meg M. Todaro (1997), pp. 393-394. Frederick Harbison (1973) szerint: „Az emberi erőforrások ... alkotják a nemzetek gazdagságának végső alapját.” De a *Világbank* is leszögezi jelentésében: „Az emberekbe történő beruházás ... biztosítja a tartós fejlődés legbiztosabb alapját”. World Bank (1991).

<sup>2</sup> Lásd egyebek között Robert Solow (1957), Theodore W. Schultz (1961), Edward F. Denison (1962), Frederick H. Harbison (1973) és Charles A. Myers (1964) vonatkozó írásait.

<sup>3</sup> Lásd pl. Glatz Ferenc (1998) cikkét.

érte el a szóban forgó arány az EU-országok átlagát (1,5 %-ot), míg néhány évvel ezelőtt annak csak kb. felére rúgott.

(2) Közhelynek számít az is, hogy „azok az iparágak, melyek többet fektetnek be kutatásba, és gyorsak az innováció alkalmazásában, általában nagyobb humántőkére tesznek szert, és a tudás, az innovációs eredmények felhasználása a gazdasági teljesítmény, a versenyképesség javulásához vezet”, és hogy „e folyamatot a *K+F diffúzió* gyorsítja fel.”<sup>4</sup> Ennek ellenére – és nemcsak a rendszerváltással összefüggő intézményi és strukturális változások közvetlen következményeként, hanem egyéb okok miatt is – a hazai iparágak zöménél, többnyire még azoknál is, amelyekben korábban jelentős K+F (kutatási és fejlesztési) kapacitások működtek, valamint általában a hazai vállalatok tömegeinél – úgy tűnik – tartós visszaesés tapasztalható a K+F tevékenységek terén. A K+F diffúzió vonatkozásában pedig nemcsak a korábban irracionálisan széles és gazdaságtalan ipari szerkezet elkerülhetetlen dezintegrációja (a „kreatív rombolás”) támaszt akadályokat, hanem a hazai vállalatok divergáló, nagyrészt inkább külföldi partnerekkel (transznacionális cégek esetében azok külföldi leányvállalataival) fejlesztett input-output kapcsolódásainak alakulása, és nem ritkán a vállalatok ellenérdekeltsége is.

(3) Nem kevésbé nyilvánvaló, hogy a kutatás és a fejlesztés két különböző dolog, amelyeknek feltételei, időbeli „határai” és eredményessége értékelési módjai, kritériumai távolról sem lehetnek azonosak. Noha e különbségtétel fontossága gyakorta kap hangot (így pl. Michelberger Pál akadémikus, az MTA volt alelnöke részéről), a gyakorlatban mégis rendszeres összekeverésük, nem utolsósorban a „K+F” összevont fogalma révén. Nem ritkán halljuk gazdasági vezetőktől is (nem csak politikusoktól), hogy a tudományos kutatások finanszírozható-

<sup>4</sup> OMFB (1998), 42. o.

ságához, illetve szponzorálásához szükség van annak előrejelzésére, hogy mi lesz a kutatás eredménye, sőt gazdasági hasznossága. Többnyire még az „alapkutatások” „támogatására” létrehozott OTKA pályázati előírásai is hasonló elvárást tartalmaznak, vagyis már a kutatás megkezdése előtt annak előre jelzését, hogy mi lesz annak az eredménye. (E tekintetben az egyébként oly gazdag, és a legfinomabb árnyalatok kifejezésére is alkalmas magyar nyelv vonatkozó fogalma, a „kutatás” szó maga is félrevezető, mert – az angolban, franciában stb. használt kifejezéssel ellentétben, mely az „újra”-keresést, a megismételt kutatást fejezi ki – azt a képzetet kelti, hogy mindig pontosan tudjuk: mi az, amit kutatunk, keresünk, és mihelyt azt a valamit, talán valamilyen végleges, örökérvényű igazságot „megtaláltuk”, a kutatásnak természetesen vége is kell legyen, s annak eredménye világosan meg is mutatkozik. Holott valójában valamely problémára keressük a választ, vagy éppen egy korábbi válasz helyességét, alkalmazhatóságát kívánjuk ellenőrizni anélkül, hogy tudhatnánk előre, mi lesz a válasz, illetve az ellenőrzés eredménye.) Egészen más a helyzet a fejlesztéssel, melynek esetében tökéletesen indokolt az eredmény minél pontosabb előrejelzésének, elérése határidejének és költségéhez viszonyított hasznának a meghatározása már annak megindulása előtt.

(4) Ismert (ha nem is közhelyszerű)<sup>5</sup> az az összefüggés is, amely egyfelől az adott

<sup>5</sup> A szakosodás, ill. az exportágazat fajtájának a nemzetgazdaság távlati fejlődését meghatározó tényezőkre (így a munkaerő minőségére, a humán tőke fejlődésére, a technológiai haladásra és a nemzetgazdaságon belüli input-output kapcsolatokra gyakorolt) hatásairól egyebek között lásd Szentés, T. (1995), ill. (1999), (A) 3.4., illetve (A) 3.7. alfejezetek. A vonatkozó megállapítások a nyeresztermék-exportra specializációnak a kumulatív hatások és a technikai fejlődés, valamint a „belső” és „külső gazdaságosság” szempontjából mutakozó hátrányairól megfogalmazott Singer-tétel kibővített, módosított és általánosított változatát jelentik. A Singer-tételt ld: Singer, (1964), p. 165.

(megválasztott vagy szelektíve támogatott, serkentett) exportágazat jellege, illetve az exporttermék (vagy szolgáltatás) „fizikai” természete, és másfelől a nemzetgazdaság távlati fejlődését alapvetően meghatározó olyan tényezők, illetve feltételek között mutatkozik, mint:

(a) a szellemi, illetve humán töke gyarapodása (beleértve a munkaerő minőségének javulását)

(b) a technológiai fejlődés, valamint

(c) a belső piac bővülését éppúgy, mint a K+F diffúzióját, illetve általában a T+EE fejlődésének nemzetgazdaságon belüli tovagyűrűző hatását meghatározó (ágazatok közötti és ágazatokon belüli) input-output kapcsolódások gyarapodása.

Óriási különbségek vannak ugyanis az egyes exporttermékek, illetve exportágazatok között abból a szempontból, hogy mennyire serkentik, illetve kívánják meg, mennyire teszik lehetővé, illetve szükségesé e tényezők, illetve feltételek javulását (és milyen mértékben teremtenek alapot a „skáláhozadék”, vagyis a nagyszemű elonyók kihasználására, az „externáliák”, vagyis a gazdasági-társadalmi környezet és infrastruktúra fejlettsége által biztosított költségmegtakarításokra és a termékösszetétel rugalmas változtatására, az „economies of scope” révén elérhető hatékonyság-javításra.)

Nyilván nem véletlen, hogy az „export-specializáció” mutatója<sup>6</sup> 1970 és 1993 között az USA-ban és Japánban épp a csúcstechnikájú („high-tech”) iparágak terén volt magas, és hogy a sikeresen felzárkózó Finnország és Írország épp ezekben az iparágakban növelte (előbbi több mint háromszorosára, utóbbi több mint kétszeresére) e mutató nagysá-

<sup>6</sup> Az OMFB idézett kiadványa az „exportspecializáció” mutatóját oly módon számítja, hogy az adott iparági csoportnak a teljes feldolgozóipari exporton belüli százalékos részesedését elosztja az adott iparági csoport OECD szintű exportjának a teljes OECD feldolgozóipari exporton belüli százalékos részesedésével. (Op. cit. 51. o.)

gát. Mint ahogy az sem véletlen, hogy ugyan ezen időszak alatt (pontosabban 1970 és 1994 között) a fejlett országokban általában nőtt mind a szóban forgó iparágakban foglalkoztatottak, mind a magas jövedelműek részaránya a foglalkoztatottak összlétszámán belül (Finnországban mintegy duplájára).<sup>7</sup>

A fent említett összefüggések és az utóbbi idézett tényadatok, illetve az azokból levonható tanulságok ellenére sem azelőtt, sem ma nemigen találkozhatunk hazánkban olyan gazdaságpolitikai koncepcióval, illetve *szelektív fejlesztési stratégiával*, amely következetesen figyelembe venné a különböző exporttermékek, illetve ágazatok nagyon is eltérő potenciális húzóhatását (a munkaerő minősége, az oktatás és képzés, a humán töke és a technika fejlődése, a K+F kapacitások alakulása és a nemzetgazdaságon belüli input-output kapcsolódások kibontakozása szempontjából).

(5) Hasonlóképpen régóta ismert<sup>8</sup> az a „*versenyelőny*”<sup>9</sup> (kreált, illetve megteremthető kompetitív előny), amelyet a munka termelékenységének azonos vagy megközelítően azonos, a bérköltségeknek azonban viszonylag alacsonyabb szintjét biztosító országok, illetve iparágak élvezhetnek, és amely előny nem utolsósorban a tudományos eredményesség, illetve innovációs képesség azonos vagy közel azonos szintje mellett elérhető bérköltség-megtakarításokban is megmutatkozik, és a külföldi töke-

<sup>7</sup> OMFB (1998), 36. o.

<sup>8</sup> Ld. pl. a Klasszikus munkamegosztás-elv MacDougall (1951) által végzett empirikus tesztjében megjelölt vonatkozó összefüggést (a relatív bérek, relatív termelékenységek, valamint a világpiaci relatív exporthányadok alakulása között), vagy az „egyenlőtlen cseréről” lefolyt újbóloldali és neo-marxista polémiaiban az egyik résztvevő (Samir Amin, 1973) által megfogalmazott „relatív nemzetközi bérldifferenciák” fogalmát.

<sup>9</sup> A nemzetközi versenyképesség és a versenypolitika elméleti kérdéseinek kiváló összefoglalását és gyakorlati problémáinak hazai vonatkozású elemzését lásd Török Ádám könyvében (1999).

beruházók, elsősorban a transznacionális társaságok számára a legfőbb vonzerőt jelentheti. Noha e megteremthető előny kapcsán a hangsúly az azonos vagy mindinkább megközelítően azonos *termelékenységén* illetve tudományos eredményességen van, hazánkban olykor még vezető gazdaságpolitikusok is egyszerűen inkább a bérek, fizetések alacsonyán tartásában vélték a szóban forgó előnyt felfedezni, vagyis nem a *relatív* (a termelékenységhez viszonyított), hanem az „abszolút” nemzetközi bérdifferencia szerepét hangsúlyozták. (Néhány évvel ezelőtt egyikük a kívánatoshoz képest elégtelennek minősített külföldi tőkebeáramlást a „még mindig túl magas” hazai bérekkel hozta összefüggésbe.) A transznacionális cégek, a „multik” vezetői nagyon is tudják, hogy magasabb termelékenységet, vállalati hatékonyságot, illetve tudományos eredményességet csak jól megfizetett munkaerőtől remélhetnek, és hogy az említett *relatív nemzetközi bérdifferenciák* is bő lehetőséget adnak arra, hogy a profitforrás növelése mellett a helyi viszonyok között kiemelkedő fizetéseket biztosítsanak alkalmazottaiknak (ezáltal más szférákból, illetve vállalatoktól csábítva el a legjobb munkaerőket).

(6) Noha hazánkban, az elmúlt évtizedekben egyes területeken viszonylag jelentős szellemi tőke képződött, a *privatizáció* gyakorlatában nemigen érvényesült olyan kritérium vagy elvárás, amely e szellemi tőke megőrzését vagy pláne továbbfejlesztését biztosította volna. Bár némelyik külföldi cég gyakorlatában ebből a szempontból nézve is pozitív fejlemények könyvelhetők el (ti. a magyarországi K+F kapacitások felhasználását illetően),<sup>10</sup> még nemrégiben is előfordult, hogy egy jelentős, nagy tőkeerővel bíró

hazai nagyvállalatot a külföldi résztulajdonos a korábban eredményesen funkcionáló kutatóhelye felszámolására készítetett.

(7) A TéTEE és a K+F kapacitások egyik legjelentősebb szféráját és forrását a világ minden országában a *tudományegyetemek* jelentik, amelyek nemcsak az „alapkutatások” területén töltenek be elsőrendű fontoságú szerepet, hanem az „alkalmazotti” kutatások nagy részét illetően is, különösen pedig a TéTEE utánpótlásának biztosítása terén. Noha hazánkban mind az egyetemek és az akadémiai intézetek közötti együttműködés programja, mind pedig az egyetemi integrációk politikája elvileg e szerep fontosságának elismerése jegyében is született, ugyanakkor az egyetemi „vezető oktatók” számára (egy megfelelő bérrendezés helyett!) korábban bevezetett *normarendszer* teljes mértékben mellőzte az oktatók tudományos szerepét és feladatait, tudományos kísérletekre, adaptációra vagy akár csak a tudományos publikációkra, sőt a tankönyvek írására fordítandó munkáját. Ezzel a K+F, illetve az innovációs stratégia szempontjából egy kifejezetten *ellenőztönzőként* ható bérpótlékrendszer került bevezetésre, ami nemcsak a már „vezető oktatók” tevékenységét tolt el arányaiban kedvezőtlen irányba (az importált ismereteket csupán interpretáló és továbbadó szerep irányába), hanem a tárgyszerkezet alakulására is torzítóan hatott (az elaprózottságot fokozva), és a tudományos utánpótlás fejlődését is gátolta. Noha a szóban forgó bérpótlékok és oktatási normák rendszerét azóta hivatalosan *megszüntették* (sajnálatos módon a nyelvtudásért járó bérpótlékokkal együtt), az egyetemek vezetési gyakorlatában – nem utolsósorban persze a felduzzadt hallgatói létszám miatt is – többnyire tovább élnek az *óraadás mennyiségi követelményeit* előtérbe helyező, az egyenlősít sugalló és a tudományos munka, valamint a minőségi oktatás rovására érvényesülő elvárások, sőt előírások.

<sup>10</sup> Mindez nem változtat azon az általános igazságon, amit Bor Zsolt (1998) így fogalmazott meg: „Gyenge K+F háttérrel rendelkező nemzetnek csak a bér munka jut, polgárai kiszolgáltatottak lesznek, nemzetgazdasága védtelenné válik.”

*A K+F ráfordítások színvonalának kérdéséhez*

(1) A K+F ráfordításoknak a GDP, illetve GNP összértékén belüli *százalékos aránya* (noha fontos mutató, és elmaradásunk riasztó alakulását<sup>11</sup> önmagában véve is kellően jelzi) az innovációs stratégia és a tudománypolitika szempontjából aligha elégséges, kellően pontos és megbízható mutatószám. Mindezekelőtt itt is gondot okoz a *GDP-adatok* összehasonlíthatósága (akár valutaárfolyamok, akár PPP alapján<sup>12</sup> történjek is az), valamint az elsősorban a *K+F adatok*, illetve a *TéTEE adatok* értelmezése és összehasonlítása.<sup>13</sup>

(2) A K+F/GDP arány nemzetközi összehasonlításakor aligha indokolt figyelmen kívül hagyni a K+F kiadások *abszolút nagyságára* vonatkozó adatokat, hiszen egyik-másik fejlett nagy ország 1 %-os K+F/GDP-

<sup>11</sup> Közismert, hogy a kilencvenes években a kutatásra és fejlesztésre fordított kiadásoknak a bruttó hazai terméken belüli aránya hazánkban az Európai Unió országai átlagának a felére (0.7 %-ra) zuhant, miközben pl. Finnország az átlag háromszorosát érte el. Az elmúlt másfél évtizedben emelkedett hazánkban a K+F céljaira fordított kiadások aránya, annak mértéke azonban még aligha tekinthető elégségesnek.

<sup>12</sup>A kutatási és fejlesztési ráfordítások GDP-n belüli arányának nemzetközi összehasonlításánál a PPP (vásárlóerő-paritás – purchasing power parity) szerinti számítás nemigen használatos, másfelől viszont a gazdaságilag nagyjából azonos fejlettségű országok adatainak egybevetése kevésbé is okoz problémákat.

<sup>13</sup> A GDP-adatokkal kapcsolatban nemcsak az „informális szektor”, illetve a „szürke-” és „feketepiaci” tevékenységek megbízható felmérése, illetve becslése jelent problémát, hanem sok helyütt a katonai szektor, illetve a fegyvergyártás és -export adatainak „lakozása” is. A kutatással, tudományos tevékenységgel kapcsolatos költségek, ráfordítások adatai pedig attól függően értelmezhetők bővebben vagy szűkebben, sőt célirányosan akár manipulálhatók is, hogy milyen ismérvek alapján – ti. végzettség és/vagy tényleges foglalkozás szerint – történik a tudományos és műszaki személyi állomány, illetve K+F állomány besorolása, továbbá létszámadatokkal vagy „teljes munkaidő-egyenértékkel” számolnak-e, és mennyiben tér el az adatközlő és a statisztikai egység stb.

adata a tényleges összeget tekintve messze nagyobb lehet, mint egy-egy ország egész GDP-je. Márpedig tekintettel a K+F minimális *tőkeigényének* növekvő tendenciájára, bizonyos kutatások igen nagy tőkeigényességére, az abszolút ráfordítások szintjében mutatkozó különbség alakulásának is fontos jelzésértéke van. Egyfelől a kisebb GDP-vel bíró országok nagyobb K+F/GDP-hányadát indokolhatja, másfelől mindenképpen ez utóbbiak szelektívebb innovációs stratégiájának fontosságát emeli ki.

(3) Hasonlóképpen nem mindegy a K+F/GDP hányad értékelésekor, hogy az adott ország a *gazdasági fejlődés milyen „szakaszában”* van, világgazdasági felzárkózásra, a fejlettek utolérésére, esetleg fokozódó lemaradása elkerülésére tesz-e kísérletet, vagy csak technológiai és vezető világgazdasági pozíciójának megőrzésére törekszik-e. Nyilvánvaló, hogy az előbbi esetben, vagyis a felzárkózásra, élre törésre, műszaki-technológiai modernizációra készülő országoknak *relatív is nagyobb* K+F-ráfordításokat, illetve TéTEE-fejlesztést kell vállalniuk. (Ez minden olyan ország esetében bizonyítható, amely az elmúlt évtizedekben – mint pl. Finnország vagy Dél-Korea – sikereket ért el a felzárkózás terén.)

(4) Az összehasonlított országok között jelentős különbségek mutatkozhatnak a polgári és (ha van) a *katonai szektor* arányát, és e szektorokon belüli K+F tevékenységek volumenét és színvonalát, valamint a katonai szektorból tovagyűrűző kutatási eredményeknek a polgári szektorban való felhasználhatóságát illetően. (Közismert pl., hogy a szovjet katonai blokk létezése idején a Szovjetunió a csatlósokat a stratégiai fontosságú kutatásokba nemigen vonta be, ugyanakkor a saját katonai szektorában végzett kutatások legkorszerűbb eredményei sem igen kerülhettek át saját civil szektorába sem, annak óriási technikai lemaradása folytán. Lényegesen más helyzet alakult ki az USA és néhány

nyugat-európai ország esetében.) Ugyanakkor a katonai szektor K+F kapacitásainak és tényleges T&E-állományának, különösen pedig a K+F-kiadásoknak az adatai többnyire mindenütt megbízhatatlan, többnyire szándékosan kicsinyített adatok.

(5) Jelentős különbségek mutatkoznak az egyes országokon belül a *közületi és a magánszféra viszonyában* és a K+F-költségek viselésének arányaiban is. Az állami támogatások és kutatási megrendelések előnyös externáliákat biztosítanak a magánszféra számára, de a fejlett országokban ez utóbbi is jelentős terhet vállal közvetlenül is (és profitja megadóztatásával közvetve is) a K+F fejlesztésben. Minden jel arra vall, hogy hazánkban még nem alakultak ki a tehermegosztás megfelelő arányai. Még mindig ritkaságszámba megy, ha magánvállalatok részt vesznek a kutatóhelyek (vagy különösen: egyetemek) általános pénzügyi támogatásában is és a T&E fejlesztésében (nem csak egy-egy egyetem valamely tanszéke vagy valamelyik intézet által megkezdett kutatási projekt finanszírozásában – annak konkrét eredményei felhasználása céljából és mértékében). Hasonlóképpen ritkaságszámba megy, ha nagyvállalatok, bankok és más tőkeerős intézmények hozzájárulnak ösztöndíjakkal, illetve poszt-doktori kutatói-oktatói állások finanszírozásával a K+F-állomány utánpótlásának biztosításához.

(6) Ez utóbbi kérdéssel is kapcsolatos az a probléma, hogy a tudományos kutatás és a T&E-fejlesztés *eredményeit* nem mindig az élvezzi, aki annak költségeihez hozzájárult. Ez a globalizáció előrehaladásával mindinkább természetes is, és megmutatkozik az „agyelszívás”, illetve „agynyerés” jelenségében éppúgy, mint a szellemi tulajdon illetéktelen felhasználásában<sup>14</sup>. Noha a K+F-

eredmények természetes diffúzióját nemcsak nem indokolt korlátozni, hanem azt inkább serkenteni és elősegíteni célszerű, az „agyelszívást” pedig aligha lehet meggátolni (és az nem is mindig káros hatású, ráadásul kétirányú is lehet), mindamelllett intézkedésekre lenne szükség annak érdekében, hogy (ahol és amennyire az lehetséges) a kutatási eredmények, illetve a kiképzett kutatók *felhasználói* kivegyék részüket a K+F, illetve T&E finanszírozásban is.

(7) Igen kritikus és az előbbivel is összefüggő kérdése a humán tőke, illetve a T&E fejlesztésére irányuló stratégiának az, hogy miként alakul, illetve alakítható (és milyen módszerekkel) egyfelől a korszerű, új, külföldi tudományos eredményekhez, technológiákhoz való *hozzájutás*, és másfelől hogy miként sajátíthat ki hazai tudományos eredményeket, sőt miként „fagyasztthat be” ilyeneket külföldi partner.

(8) A központi forrásokból támogatott K+F tevékenységek, illetve beruházások összegének (és eredményességének) értékelésekor – amint azt az OMFB idézett jelentése is hangsúlyozza – nagyon is fontos megállapítani, hogy a finanszírozás összegéből *ténylegesen* mennyi fordítódik a kutatásra, illetve T&E-re, és mennyi magának az intézménynek a támogatására<sup>15</sup> vagy éppen a kutatói állomány bérkiegészítésére. De indokolt megállapítani a központi költségvetésbe különféle levonásokként vagy adók formájában visszaáramló, a tényleges támogatás összegéből levonandó részt is.

<sup>15</sup> A rendszerváltás sajátos, átmeneti viszonyai között nyilvánvalóan legalább annyira fontos volt a K+F kapacitások, intézmények és személyi állományok fennmaradásának, „túlélésének” biztosítása, mint az újabb kutatások megfinanszírozása. Ezért csak egyetérténi lehet az OMFB és IVKI hivatkozott jelentésének (1998) vonatkozó megállapításaival, beleértve azt is, hogy a K+F/GDP arány további csökkenése esetén a támogatási rendszernek ez a „kapacitás-fenntartó” funkciója fenntartandó, sőt erősítendő. (Op. cit. 104. o.)

<sup>14</sup> Helyesen szögezi le az OMFB és IVKI idézett jelentése (1998), hogy a pályázati rendszernek nem szabad segítenie a szellemi tulajdon illegális felhasználását.

(9) A K+F illetve TéTEE-fejlesztés finanszírozásának, a „támogatásoknak” az értékelése és hatékonysága fokozása szempontjából közismerten fontos körülmény az is, hogy *milyen formában* történik a „támogatás”, célirányos *pályázati úton vagy normatív* finanszírozással. Az előbbi felveti a jelenlegi pályázati rendszer gyengéinek (szétaprózottság, túlzott adminisztráció, az eredmény-, illetve minőségellenőrzés hiányosságai stb.) kérdését, az utóbbi pedig a megfelelő (és nem negatív irányba ösztönző!) normák fontosságát.

Megjegyzendő, hogy konszolidált társadalmakban, illetve gazdasági rendszerekben, ahol az alapintézmények kellően stabilak, és a kutatói jövedelmek reálisak, a pályázati céltámogatások gyakorlata igen hatékonynak bizonyul, bár az adminisztráció és az értékelési eljárás bürokratizmusa, a személyi kapcsolatok szerepe és a „multiplikátor” hatás (vagyis, hogy aki már elnyert pályázatot, az könnyebben kap újabb támogatást) általánosnak tűnő jelenségek. Az elméleti alap kutatások „támogatásában” azonban a pályázati forma nem ritkán inkább azok akadályának, mint sem elősegítőjének bizonyul. Hiszen egy olyan tudós számára, akit reggeltől estig, „keltében-nyugtában” is csak a kutatott probléma foglalkoztat, és minden szabadidejét is arra fordítja (esetleg még az autóbuszra várva vagy a buszon utazva is jegyzeteit írogatva), mindazok a kitöltendő kérdőívek, a többnyire más-más szerkezetben kívánt szakmai életrajzok és publikációs jegy-

<sup>16</sup> Amint azt Jermy Tibor akadémikus szellemes cikkében (1998) megjegyzi: „érdemes lenne felmérni, hogy nálunk egy középkorú kutató ma átlagosan mennyi időt tölt el adminisztratív teendővel, egyrészt mint pályázó a pályázatok és az egymást érő jelentések írásával, másrészt mint a pályázatok és jelentések véleményezője, bírálóbizottságok, kuratóriumok tagja, stb.” (1126. o.) Mindezekben túl még indokolt lenne azt is felmérni, hogy *egyetemi oktatóinknak* ténylegesen mennyi idejük marad (a pályázatok adminisztratív teendői mellett) az oktatással kapcsolatos adminisztráció hatványozottan növekvő

zékek, kutatási ütemtervek, költségvetési kimutatások, illetve költségtervek, majd részletes jelentések és beszámolók, amelyek a pályázatok nélkülözhetetlen kellékei, de amelyeknek a pályázat elnyerésében többnyire csak formai, nem pedig érdemi szerepük van, mind-mind fölösleges idő- és energiapocséklást megtestesítő, az értékes kutatási időből való levonást jelentő veszteségként jönnek számításba.<sup>16</sup>

*Az értékelés (az ún. evaluáció) témájához*

(1) Az ún. K+F-projektek, illetve az azok finanszírozásával folyó tudományos munka már elért eredményei értékelésében a *kettős* kritérium alkalmazása, vagyis a szakmai-tudományos újdonságérték és a gazdasági hasznosság felmérése kétségekívül indokolt (amint azt az OMFB és az MTA IVKI hivatkozott dokumentuma is megállapítja). Két különböző kritérium alkalmazása azonban – miként más esetekben is – inkongruenciákat, sőt ellentmondásokat is okozhat, és végül soron prioritási problémákat vet fel. Ebből a szempontból tekintve még inkább fontos a szűkebb értelemben vett fejlesztés elhatárolása a kutatástól, különösen az elméleti és módszertani alap kutatásoktól, minthogy ez utóbbiakról elsősorban, legalábbis rövidebb távon, csak szakmai-tudományos újdonságérték várható el, míg a fejlesztéseknek a gazdasági hasznossága is többnyire közvetlenül mérhető.

(2) A *szakmai-tudományos újdonságérték* felmérése (amint az Akadémián régóta

terhe és nem utolsósorban a „bérpótlékok” feltételül szabott elemi-iskolai oktatási normák teljesítése és annak számítgatása, kimutatása, valamint a habilitációs és más eljárásokban való részvétel mellett az egyébként „tudomány”-egyetemeknek nevezett, hagyományosan és világszerte a tudományos kutatások fontos műhelyeinek, sőt, a társadalomtudományok területén központjainak is tekintett munkahelyeken a tudomány művelésére, akárcsak a nemzetközi irodalomnak a színvonalas oktatáshoz elengedhetlenül szükséges figyelemmel kísérésére, nem is szólva saját, önálló kutatások végzéséről.



folyó viták és a Kutatásértékelő Bizottság korábbi jelentései is tanúsítják) maga is igen nehéz és ellentmondásos feladat. A *scientometria* szokásos módszerei (a hivatkozási indexek és az impaktfaktorok) legfeljebb szükséges és megközelítésre alkalmas, de korántsem elégséges és megbízható módszerek. (Az SCI egyébként a nyelvterületeket illetően is és a publikációs műfajok vonatkozásában is meglehetősen szűknek mondható.) Ráadásul az igazán eredeti, „forradalmian” új tudományos eredmények egy részéről csak jóval később derül ki, hogy nagy és korszakalkotó felfedezések. Sőt, azoknak nem kis része bizonyos értelemben „véletlen” szülötte, vagyis nem előre tervezett, nem is volt előre tervezhető. Az igazán nagy tudósoktól nem is lehet elvárni, hogy előre megmondják: milyen konkrét eredményt remélnek tudományos kutatásaiktól, hiszen a kutatás közben magának a kutatásnak a „tárgya” is változhat.

Az egyéni tudományos teljesítmény értékelésének alapja természetesen az egyén mint tudományos személyiség és kutatási eredményei *hatásának* felmérése kell legyen. Minthogy azonban ez a hatás többirányú lehet (mint amilyen az adott tudományterület továbbfejlődésére gyakorolt hatás, a tudományos továbbképzésben és oktatásban elért „iskolateremtő” hatás, a gyakorlati felhasználásban mutatkozó hatás), ennek megfelelően a felmérése is eltérő kritériumok szerint történhet. Noha a teljesítmény értékelésében általában a *nemzetközi mérce* alkalmazása elengedhetetlen, és ezért a kutatási eredményeknek nemzetközi fórumokon is történő megjelentetése és megmérettetése, valamint ezáltal a kutató nevének, tudományos munkásságának nemzetközi elismertsége általános követelmény kell legyen, a nemzetközi mérce alkalmazása azonban *nem* feltétlenül azonos a nemzetközi elismertség mértékének (általában bármennyire is fontos) felmérésével, ez utóbbi

pedig nem támaszkodhat pusztán mennyiségi adatokra, az idézettségi vagy hivatkozási mutatókra. Az ilyen listák egyébként is körültekintő módon értékelendők.

A teljesítmény értékelése nem hagyatkozhat pusztán *kvantitatív* (a publikációk számára vagy az idézettség, illetve hivatkozások gyakoriságára vonatkozó) szcientometriai mutatók alkalmazására. Ez utóbbi mutatók gyakran egyenesen félrevezetők is lehetnek. A *minőségi* ismérvek (bármennyire is nehezebben definiálhatók) sokkalta fontosabbak. Alkalmazásuk nemcsak az ilyen listák mennyiségi adatainak a minősítését, a publikációs fórumok, valamint műfaji és egyéb szempontok szerinti elhatárolását, csoportosítását és súlyozását kívánja, hanem azok kiegészítését is egyéb módszerekkel. Az idézettségi mutatók, indexek „túlsúlyos” szerepe és mechanikus alkalmazása az értékelésben nemcsak félrevezető lehet, hanem egyszersmind azzal a veszéllyel is járhat, hogy igen kedvezőtlenül, nemkívánatos irányban befolyásolja a kutatói viselkedést.

(3) Bár a *gazdasági hasznosságszempontját* a fejlesztés mellett inkább csak az „alkalmazott” tudományok, illetve kutatások esetében szokásos előtérbe állítani, az elméleti, illetve módszertani „*alapkutatásoknak*” és az „*alkalmazott*” *kutatásoknak* a hagyományos megkülönböztetése azonban mindinkább idejétmúlt vagy legalábbis viszonylagos értékű és érvényességű elhatárolás.<sup>17</sup> Közismert, hogy a huszadik század második felének legnagyobb tudományos-technikai vívmányai nagyrészt az elméleti alapkutatások eredményei vagy azokkal összefüggő

<sup>17</sup> Ezért igencsak fenntartásokkal indokolt kezelni azokat a (ráadásul tizedes pontossággal számított) adatokat, amelyek az „alapkutatásra”, az „alkalmazott kutatásra” és a kísérleti fejlesztésre fordított összegek megoszlási arányaira vonatkoznak. Megjegyzendő viszont, hogy noha az *OTKA* elvileg az „alapkutatások” finanszírozását hivatott szolgálni, a megnyert pályázatok egy jelentős része inkább „alkalmazott kutatások” folytatását célozza.

produktumok. (Ez különösen vonatkozik a biotechnológia, a számítástechnika, az informatika, az anyag- és az űrkutatás stb. területeire, ahol a legjelentősebb fejleményekkel számolhatunk<sup>18</sup>.) Következésképpen az elméleti alap kutatások finanszírozása nem feltétlenül hoz kisebb gazdasági hasznot (legfeljebb később és áttételesen), mint az alkalmazott kutatásé.

(4) A K+F-ráfordítások és azok eredményeinek tényleges haszna között *térbeli és időbeli inkongruenciák* is mutatkozhatnak, amennyiben a ma végzett kutatás eredményei gyakran csak a későbbi jövőben realizálódhatnak, és az adott helyen, illetve adott intézmény számára végzett kutatás hasznát – tekintettel egyrészt (és kedvező esetben) az externáliákra és a tovagyrűző hatásokra, másrészt (és rosszabbik esetben) a létrejött szellemi termék illetéktelen kisajátítására, illetve felhasználására – mások élvezik. Inkongruenciák forrása a támogatott intézmények „szakmai és jogi-szervezeti formáinak keveredése”<sup>19</sup> is.

(5) A K+F projektek esetében alkalmazott *költség-haszon elemzés* nehézsége és viszonylagos értéke a fent említett értelmezési, valamint térbeli és időbeli, sőt szervezeti inkongruenciákon túl (különösen a költségek és a haszon időben eltérő jelentkezésén túlmenően) kétségkívül összefügg azzal is, hogy az eredmények (sőt, a ráfordítások) egy része nemigen kvantifikálható. Az érté-

kelésben felhasználható *árak* (piaci árak vagy a „társadalmi” költségeket tükröző árak) megválasztásának, továbbá a projekt- és intézményfinanszírozás (illetve bérkiegészítés) keveredése, valamint a tőke- és folyó-költségek elhatárolásának problémája ugyancsak fokozza a nehézségeket.

(6) Minthogy a kutatási eredmények *gazdasági hasznosítása* a materiális termelés és a szolgáltatások szférájának befogadóképességétől és érdekeltségétől függ, ezért a K+F-projektek értékelésében fontos szempont kell legyen a megvalósító *partner* meglétének, illetve biztosíthatóságának, valamint a „*hálózat-építésnek*” a kritériuma. Ez különösen fontos az olyan országokban, mint hazánk, ahol az előző rendszer idején a felhalmozott, viszonylag nagy volumenű szellemi tőke gyakorlati hasznosulása az extenzív iparfejlődés, a mennyiségi szemlélet és a nem megfelelő szerkezetű és mechanizmusú ipari bázis, valamint az innovációk elégtelen ösztönzése miatt jelentős akadályokba ütközött, vagyis ahol nagyarányú és meglehetősen sajátos „szakadék” keletkezett (és van még ma is) a szellemi kapacitások és azok gyakorlati felhasználása között. A „partner-kapcsolatok” kérdése<sup>20</sup> tehát valóban kulcskérdése az evaluációnak, ami egyszersmind a szélesebb értelemben vett ágazati (ágazatok közötti és ágazatokon belüli) input-output kapcsolódások fejlesztésének kérdése is. (Ezért sem lehet az innovációs stratégiát a szelektív fejlesztési politikától elhatárolni.)

(7) Az *elméleti alap kutatások* terén szinte napról-napra váratlanul új eredmények születnek a nemzetközi tudomány világában. Mindamellettt hozzávetőlegesen

<sup>18</sup> Nem véletlen, hogy a fejlett országokban a legnagyobb „teljes tényező-termelékenység” növekedést elért iparágak, illetve tevékenységek között az elektromos gépipar, a műszeripar és a távközlés stb. mellett, amelyekben az elektronika, illetve számítástechnika rohamos fejlődése a fő hajtóerő, (újra) megjelent a mezőgazdaság is, amelyet nem utolsósorban a biotechnológia és más korszerű tudományos eredmények alkalmazása lendít fel olyan országokban is (mint pl. Nagy-Britannia), amelyekben az korábban inkább leépülőben volt. (A vonatkozó adatokat lásd az OMFB és IVKI már idézett 1998-as kiadványának 34. oldalán.)

<sup>19</sup> Lásd az OMFB-IVKI jelentésének 30. oldalán.

<sup>20</sup> Ez a kérdés kellő hangsúlyt kapott a már többször idézett OMFB-jelentésben is, amely szerint a K+F-output nemcsak a felhasználónál kell hogy megjelenjen, hanem „társadalmi szinten” is, beleértve az oktatást, a K+F szektor fejlődését és a *hálózatok*, kapcsolatok bővülését, építését is. (Op. cit. 101. o.)

megállapíthatók azok a tudományterületek, amelyek fejlődése különösen felgyorsulóban van. Másfelől viszont a gazdaságban a húzóágazatok, illetve tevékenységek helye és jellege sem marad változatlan, de ezek tekintetében is meghatározhatók a változások tendenciái. Minthogy pedig az adottságokra épülő komparatív előnyök mellett és helyett a világgazdasági versenyben egyre nagyobb szerepük van a *megteremthető kompetitív előnyöknek*, amelyek egy erőforrásokban nem bővelkedő, kisméretű és a fejlettebbekhez felzárkózásra törekvő nemzetgazdaság esetében csakis szelektív fejlesztéssel és a korlátozott erőforrások koncentráálásával biztosíthatók, ezért az innovációs stratégiában, a tudománypolitikában és a K+F-projektek értékelésében is e *három szempont* összeegyeztetésére, vagyis (1) a tudományfejlődés irányaira, (2) a húzóágazatok változásaira és (3) a hazai erőforrásoknak a legmegfelelőbb versenyelőnyök megteremtését ígérő koncentrálására különös figyelmet célszerű fordítani.

*A tudományos kutatók és oktatók helyzetének és a kutatási feltételek alakulásának a kérdéséhez*

Bár e cikk keretében aligha lehet a tudományos kutatók és egyetemi oktatók anyagi helyzetének, jövedelemviszonyainak és kutatási lehetőségeiknek, feltételeiknek alakulását és összetett problematikáját akár csak elnagyoltan is felvázolni (és arra, mint aki e téma részleteivel behatóbban nem is foglalkoztam, aligha vállalkozhatok), mégsem lehetséges és indokolt szó nélkül hagyni e kérdés egy-egy aktuális vonatkozását.

(1) Ami az egyetemi oktatók és intézeti kutatók anyagi helyzetét és *jövedelemviszonyait* illeti, közismert tény, hogy átlagos havi jövedelmük a töredékét sem éri el a vállalati szférában elérhető, még a jóval alacsonyabb képzettségűek által is élvezett jövedelmeknek. Ennek ellenére még ma is nem ritkán

hallani az akadémiai doktorok és akadémikusok *illetményével*/kapcsolatban olyan megjegyzéseket, hogy az, illetve az ilyen tudományos rangot elért személyek számának növekedése túlságosan „megterheli” a központi költségvetést, sőt számuk bizonytalan alakulása miatt egyenesen kiszámíthatatlan költségvetési terhet jelent. A szóban forgó összegek tényleges nagyságrendjének tükrében az ilyen megjegyzések legfeljebb derűtséget kelthetnek, a „tudásalapú társadalomról” szóló jelszavak idején és a szellemi tőke általános felértékelődése korában azonban, és ráadásul egy olyan országban, amelynek a veszélyesen fogyó szellemi tőkén kívül más erőforrása nem is igen akad, inkább elszomorítóknak mondhatók.

Nem kevésbé meglepő és tragikomikus az az olykor ugyancsak elhangzó érv vagy éppen ellenérv, amely a szóban forgó illetmények részeseit társadalmunk valamiféle „privilegizált” rétegének tekinti, és vagy e „privilegium” megszüntetését kívánja, vagy azt mint a „meritokráciának” jogosan járó juttatást véli igazolhatni. Anélkül, hogy elvitathatnám akár egy olyan szándéknak a helyességét, amely általában mindenfajta privilegium felszámolását célozza, akár pedig egy olyan indoknak az ésszerűségét, amely a nemzeti felemelkedést szolgáló tudományos eredményekkel megalapozott rang anyagi juttatással való kiegészítésére vonatkozik, ezúttal is helyesebbnek vélem a szóban forgó kérdést a hely és az idő összefüggései között értelmezni. Vagyis úgy tenni fel a kérdést: *ma és itt* hazánkban azok, akik havi fizetésük vagy nyugdíjuk mellett a szóban forgó illetményben részesülnek, ténylegesen hol állnak a társadalom jövedelmi „ranglétráján”, és hogy azok, akik az elmúlt évtizedekben vagy napjainkban (ahelyett, hogy jól jövedelmező foglalkozások felé orientálódtak vagy külföldre távoztak volna) csak a tudományos kutatásnak és oktatásnak szentelték idejüket és energiájukat, milyen anya-

gi helyzetben mennek nyugdíjba – összehasonlítható (nem egy nálunk fejlettebb ország, hanem csak) egy kevésbé fejlett nyugat-európai ország, sőt akár egy latin-amerikai vagy ázsiai ország hasonló pályafutású szakembereivel!<sup>21</sup> (Társadalmunknak persze vannak más olyan rétegei is, amelyek hasonló kárvallottai az elmúlt évtizedeknek, az azonban aligha vitatható, hogy leginkább épp a kutatás és felsőoktatás tudományos fokozatokkal bíró képviselői számára nyíltak volna a múltban is, és adódnak a jelenben is más, jóval kedvezőbb jövedelmi helyzetet biztosító állás-, illetve foglalkozási lehetőségek, és hogy az ország szellemi tőkéjének fejlesztéséhez is ők járultak leginkább hozzá.)

(2) Minthogy a gyakorlati élet ma már olyan jövedelmekkel kecsegtet (állapította meg a IX. osztály Közgazdaságtudományi Bizottságának jelentése<sup>22</sup>), amelyek több nagyságrenddel felülmúlják a közismerten alacsony és reálértékükben alig emelkedő egyetemi és kutatóintézeti fizetéseket, az egyetemi és kutatóintézeti fizetéseket, az egyetemi oktatók és akadémiai kutatók „alulfizetettsége” máris *utánpótlási gondokat* okoz és a kontraszelektív veszélyét idézi fel, fenyegetve ezzel a hazai tudományos munka eddig elért színvonalát, bel- és külföldi elismertségét. Ilyen körülmények között nem jelentéktelen a külföld végleges vagy tartós elszívó hatása (brain-drain) sem.

A doktori képzésben való részvétel a gyakorlathoz közel álló tudományterületeken rövid és hosszú távon egyaránt kirívó jövedelmi hátrányt jelent. Megfelelő családi

<sup>21</sup> Személyes tapasztalatra hivatkozva emlékeztetem, hogy ha pl. teljes egészében megkaptam volna csak azt a négy esztendőn át hivatalosan járó havi fizetést, amelyre harminc évvel ezelőtt az egyik *legkevésbé fejlett* (afrikai) országban, mint az ottani egyetem ifjú professzora jogosult voltam, vagyis nem kellett volna annak mintegy kétharmadát a szellemi export monopóliójával bíró hazai vállalatnak leadni, csupán a különbözet (akkori reálértékét maíra átszámítva) közel 20 év akadémiai illetményét fedezhette volna.

<sup>22</sup> A szóban forgó jelentés 1999-ben készült az ún. „diszciplína-viták” kapcsán.

anyagi háttér nélkül egyre kevesebb doktorandusz tudja csak a képzést végigcsinálni. Az egyetemeket és kutatóintézeteket egyaránt érintő költségvetési korlátok alaposan megnehezítik, ha ugyan meg nem akadályozzák, hogy a megfelelően képzett fiatalok a pályán maradhassanak. A kutatóintézeti, illetve az egyetemi kezdés gyakran csak ugródeszkának felel meg valamilyen jobban fizető üzleti, illetve hivatali karrier felé. (Némi reményt kelt a helyzet javulását illetően a posztdoktori ösztöndíjak bővülő rendszere.)

(3) Az említett jelentés megállapította: A felsőoktatási intézményekben a *kutatások finanszírozása* folyamatosan csökkent, és háttérbe szorult a folyó működéssel (oktatás) szemben. A felsőoktatási intézmények a költségvetési szorításban többnyire épp a kutatásfinanszírozást áldozták fel. Ennek hosszú távú hatása azonban beláthatatlan következményekkel járhat, ami elsősorban az alap kutatásokkal kapcsolatban jelent komoly veszélyt. A korábbi költségvetési megszorítások kedvezőtlenül befolyásolták a tudományos infrastruktúrák fejlődését is. Egyes területeken a kutatás és oktatás el lehetetlenülése fenyeget. A könyvtárak könyvbeszerzése gyakorlatilag minimálisra csökkent, s a viharosan növekvő árak miatt számos folyóirat megrendelését kellett lemondani. Ez különösen tragikus, hiszen a nemzetközi lépéstartáshoz és a kutatáshoz elengedhetlenül szükséges, hogy a legújabb könyvek, folyóiratok és kiadványok rendelkezésre álljanak.

E megállapításokhoz nem tartom szükségesnek kommentárt fűzni még ma sem. Azt azonban nagyon is indokolt hangsúlyozni – befejezésül –, hogy a tudományos kutatás és fejlesztés ügye *nem* egyszerűen kormánypolitikai, még kevésbé pusztán költségvetési ügy, de az egész társadalom ügye kell legyen, és hogy a piaccgazdaság körülményei között megengedhetetlen, elfogadhatatlan az, ha a vállalati szféra (amely egyébként komoly összegeket áldoz a sokszor már bosszantó

hirdetésekre, reklámokra és kulturális élményt nemigen nyújtó műsorok szponzorálására) csupán haszonélvezője kíván ma-

radni a felsőoktatás és tudományos kutatás eredményeinek anélkül, hogy arányos részt vállalna annak finanszírozásában is.

#### IRODALOM

- Amin, S. (1973), *L'échange inégal et la loi de la valeur. La fin d'un débat*. Anthropos - IDEP, Paris
- Bor, Zs. (1998), Tudomány és közgondolkodás, Ezredforduló, 4. sz.
- Denison, E. F. (1962), *The Sources of Economic Growth in the United States*. National Bureau of Economic Research, New York
- Glatz, F. (1998), Tudomány az ezredforduló Magyarországon Ezredforduló, 4. sz.
- Harbison, F. H. (1973), *Human Resources as the Wealth of Nations*. Oxford Univ. Press, New York
- Harbison, F. - Myers, C.A. (1964), *Education, Manpower and Economic Growth*. Oxford U. P, NY.
- Jermly, T. (1998), Az ezredvég tudományosságának rákfeneje – a pályázati rendszer, Magyar Tudomány, No. 9.
- MacDougall, G.D.A. (1951), British and American Exports: A Study Suggested by the Theory of Comparative Costs, *Economic Journal*, Dec.
- OMFB (1998), Technológia, foglalkoztatás, versenyképesség az OECD országokban. 1970-1995. OMFB - MTA IVKI. Budapest
- OMFB (1999), *A Tét emberi erőforrás mérésének kézikönyve*. „Canberra Kézikönyv”. Budapest
- Schultz, T. W. (1961), Investment in Human Capital, *American Economic Review*, No. 51.
- Singer, H.W. (1964), *International Development: Growth and Change*. McGraw-Hill
- Solow, R. (1957), Technical Change and the Aggregate Production Function, *Review of Economics and Statistics*, No. 39, August
- Szentes, T. (1966), Az egyéni tudományos teljesítmények értékelésének mikéntjéről, MTA Debreceni Szemle, IV. évf. 3.sz. Szept., pp. 412-426.
- Szentes, T. (1995), *A világgazdaságtan elméleti és módszertani alapjai*. Aula
- Szentes, T. (1999), *Világgazdaságtan I.: Elméleti és módszertani alapok*. Aula
- Todaro, M. (1997), *Economic Development*. Longman, London - New York
- Török, Á. (1999), *Verseny a versenyképességért?* Miniszterelnöki Hivatal ISM, Budapest
- World Bank (1991), *World Development Report 1991*, New York



# *A magyarországi doktorképzésről*

## **GONDOLATOK A DOKTORI (PHD) FOKOZATSZERZÉS TAPASZTALATAIRÓL**

Bazsa György

az Országos Doktori és Habilitációs Tanács elnöke

*Az alábbi gondolatok nem sokoldalú tanulmányokra épülő vizsgálatot, hanem a doktori képzéssel kezdettől folyamatos kapcsolatot tartó, s valamelyes országos kitekintésen alapuló személyes meglátásokat tükröznek. Indítékot kívánnak adni egy nagyobb lélegzetű elemzéshez, de egy széleskörű vitához is.*

Az 1993-as felsőoktatási törvény (Ftv., az akkor már ismert, de csak 1994-ben elfogadott akadémiai törvénnyel együtt) átalakította a hazai tudományos minősítés rendszerét. Addig a rendszernek három – megpályázható – fokozata volt:

- egyetemi doktori fokozat (1984-től, előtte cím) – az egyetemek adták (tiszteletdíj nélkül)
- a tudomány kandidátusa fokozat (a Tudományos Minősítő Bizottság adta, 5 év központi költségvetési tiszteletdíjjal)
- a tudomány doktora fokozat (a TMB adta, „végleges”, jelentősebb tiszteletdíjjal).

Az akadémiai levelező, illetve rendes tagság formálisan nem volt része a rendszernek, de azokat mindenki a hazai szakmai elismerés felső fokának tekintette és tekinti (nem megpályázható, s vele a legmagasabb tiszteletdíj jár). A rendszer igazából nem volt „eurokonform”. (Nyugaton nehéz volt megértetni,

mi a kandidátus és mi a TMB, a „kisdoktori” a két TMB-s fokozat a szovjet mintát követte, míg az akadémikusság hazai tradíciókra épül).

Az új „tudományos minősítési rendszer” formálisan már nem is rendszer, mert:

- Az Ftv. kimondja: az *egyetlen* hazai tudományos fokozat a Magyar Akkreditációs Bizottság által akkreditált egyetemeken (szervezett doktori képzés alapján vagy egyéni felkészüléssel) megszerezhető *egyetemi doktori (PhD, illetve DLA) fokozat*. (Ez már „euro- és angolszász konform”, még abban is, hogy központi állami díjazás nem jár érte.)
- Megszűnt a *kandidátusi fokozat* (megszerezhetősége).
- A „*nagydoktori fokozat*” besorolásában átalakult az „*MTA doktora*” címmé (viszonylag gyorsan kialakult, hogy a korábbival azonos tartalmi és eljárási követelményekkel és továbbra is rendszeres tiszteletdíjjal jár).
- Az egyetemi tanársághoz az Ftv. előírta (előírja) a PhD mellett a *habilitációt* is („*Dr. habil*” címként), mint az oktatói és kutatói készség-képesség egyetemi megítélését (német-osztrák gyakorlat és korábbi magyar hagyományok alapján).
- Az akadémikusság ügyében nem történt változás.

Az eltelt 7-8 év elégséges idő arra, hogy érdemi tapasztalatokat szűrjünk le és ezek alapján következtetéseket fogalmazzunk meg. Annál is inkább, mert ezt mások szinte folyamatosan megteszik, s a vélemények sokszor nagyon elgondolkoztatóak, mivel gyakran elmarasztalóak.

(A habilitáció kérdéskörével indokolt külön foglalkozni, s ez a kérdés több fórum – Országos Doktori és Habilitációs Tanács [ODHT], Magyar Rektori Konferencia, Magyar Akkreditációs Bizottság [MAB] – napi-rendjén szerepel.)

Az Ftv. a következő követelményeket fogalmazza meg:

„92. § (1) A doktori fokozat egyetemi szervezett képzésben való részvétel keretében, illetve egyéni felkészülés alapján szerezhető meg.

(2) A doktori fokozat megszerzésének feltételei:

a) az egyetemi doktori szabályzat alapján előírt kötelezettségek teljesítése, továbbá a doktori vizsgák (szigorlatok) eredményes letétele;

b) az önálló tudományos munkásság – cikkekkal, tanulmányokkal vagy más módon történő – bemutatása;

c) két idegen nyelvre a tudományterület műveléséhez szükséges szintű ismeretének igazolása;

d) a fokozat követelményeihez mért tudományos feladat önálló megoldása; értekezés, alkotás bemutatása; az eredmények megvédése nyilvános vitában.”

Ez a követelményrendszer kiállja az összehasonlítást szinte bármelyik más országbeli követelményekkel. (A kép vegyes: az USA-ban általában nem kötelező a fokozatszerzés előtti publikálás, Svédországban viszont a publikációkra alapozódik a gyakran tézisszerű értekezés.) Következésképpen megadja a magyar doktori fokozat nemzetközi rangjának *szükséges* (de nyilván nem

elégséges) biztosítékát, azaz nem ezen kell elsősorban változtatni.

A jó színvonal biztosítását az is „segíti”, hogy az évi átlagosan tizenötezer egyetemi diplomás közül csak 800 számára van állami doktori ösztöndíj *szervezett doktori képzésben*. Ez elvileg (de gyakorlatilag nem feltétlenül) a végzetek legjobb 5 %-ának, a mai tömegképzésben az „elitet” jelentő kis résznek a bekerülését engedi meg. Az adat más szempontból elgondolkoztató: mindössze 2500 állami doktori ösztöndíjas van abban az egyetemi rendszerben, amelyben kétszer ennyi kvalifikált oktató, kb. 1700 egyetemi tanár és kb. 3300 docens kész (sőt a törvény szerint köteles) részt venni a doktori képzésben! A fokozatra törekvők száma kibővül, átlagosan megkétszereződik (de szakmánként eltérő arányban) az *egyéni felkészülésben* résztvevőkkel.

A felsőoktatási törvény érvénybe lépése óta 2001. márciusáig összesen 2352 fő szerzett doktori (PhD) fokozatot az új követelményrendszer (tehát nem átminősítés vagy honosítás) alapján. Éves bontásban 1994: 0, 1995: 26, 1996: 71, 1997: 162, 1998: 276, 1999: 565, 2000: 702 és 2001: 550.

Idézzünk egy mérvadó összegzést, az *MTA Struktúra Bizottságának jelentését a 2001. novemberi közgyűlésre. A feltett kérdések közül a 6-ra* – „A doktori utánpótlás jelenlegi rendszerének értékelése, javításának lehetőségei” – az *akadémiai osztályok válasza*: „A doktori utánpótlással foglalkozó vélemények túlnyomó része tényként állapította meg, hogy az új minősítési rendszernek az a célkitűzése, miszerint a PhD színvonala érje el a kandidátusi fokozat színvonalát, nem valósult meg. Többen kiemelték, hogy a tudományos utánpótlásról történő gondoskodás jelentős eszköze a Bolyai-ösztöndíj. Többen kritizálták a habilitáció színvonalát, és azt javasolták, hogy az *MTA Doktor*a cím legyen szükséges feltétele az egyetemi tanári kinevezéseknek.”

Egy korábbi megfogalmazásban: „Egy-behangzóan a beérkezett véleményekkel, [a bizottság] sajnálattal regisztrálta, hogy az új tudományos minősítési rendszer bevezetése óta látványos színvonalcsökkenés következett be, mivel a PhD fokozat megszerzésének feltételei sok tekintetben elmaradnak a kandidatúra követelményeitől. Az erre vonatkozó megállapítások azonban olyan eltérő nézeteket tükröztek, hogy a Struktúra Bizottság egyelőre nem tartja időszerűnek a kérdéskörre vonatkozó határozati javaslat előterjesztését.”

Érdemes két részre bontani fentiek tartalmát:

- *Pót-kandidatúra-e az új doktori (PhD) fokozat?*

Volt-e, lehet-e az új doktori fokozatnak az a célja, hogy helyettesítse a megszünt kandidátusi fokozatot, és érje el annak (a ma implicité jónak tartott, de egykor azért gyakran kritizált) színvonalát? A válasz döntő mértékben: *nem*. A korábbi kandidátusi fokozat az esetek többségében az egyetemi „kisdoktori” követte, tehát a legtöbb esetben már nem az első fokozat volt. Ez még azoknál is egy emelt követelményszintet definiált, akik kisdoktori nélkül kandidáltak (ám ezzel együtt is voltak „egy publikációs” értekezések). A kezdetben (ötvenes, hatvanas évek) még az egyetem befejezése utáni aspirantúrára alapuló kandidátusi fokozatszerzés lassan döntő hányadban átkerült a 35–45 éves életkorba (hogy a nem kevés 50–60 évesről ne is beszéljünk), tehát 10–15 év tudományos munkájának termését értékelte.

De az új fokozat nem is ezt a célt akarta elérni (a változás lényege nem névcsere volt, a PhD *nem a kandidátusi fokozatot* kívánta helyettesíteni). Igazodni akart – és igazodott is – a nyugati egyetemi rendszerekhez: az *egyetemek* tradicionális és kizárólagos joga és kötelessége tudományos fokozatra felkészíteni, és azt megítélni. (Jobb helyeken régóta ettől egyetem az egyetem: a kutatás és

oktatás szerves egységének lassan évezre-des intézménye.) Ezt pedig rendszerint a (*master*-ekvivalens) alapdiploma megszerzését követően kell/érdemes/szokásos megszervezni, illetve abszolválni. A 3 éves (bár általában nem elégséges, de mégis irányadó időtartamú) szervezett képzésre alapozva az új doktori (PhD) fokozatot általában 30 éves életkorban szerzik meg. (1. ábra) Viszont a kandidátusi fokozatnak azt a funkcióját, hogy a nagydoktorok utánpótlását biztosítsa, az új PhD fokozat értelem-szerűn kénytelen volt átvenni. A nagy problémát az jelenti, hogy – részben a régi rendszer maradványaként is – túl nagy és fokozatos-ság nélküli a távolság *időben és szakmai teljesítményben a PhD fokozat és az MTA doktora cím* között. Ezt a távolságot a habilitáció nem szakaszolja jól, mert nem a kettő közötti féléton próbált „beállni”, hanem az egyetemi tanári kinevezés törvényi feltételeként a nagydoktorival került – mára már diszfunkcionális – párhuzamba. De ez nem lehet a kisdoktori „bűne”.

- *Mi az új doktori fokozat célja és milyen ma a színvonala hazánkban?*

Az utóbbit csak annak alapján lehet megpróbálni megítélni, ha kitűztünk egy célt (funkciót, mércét). A doktori fokozat megszerzésére szervezett képzés keretében, szakmailag felkészült és felelős témavezető (*Doktorvater, supervisor*) irányításával lehet/kell felkészülni. A fokozat azt kell tanúsítsa, hogy tulajdonosa a négy törvényi követelmény teljesítésével bebizonyította: alkalmas és képes eredményes tudományos kutatómunka végzésére. Ha úgy tetszik, az általános képzés nemzetközi rendszerében elérte a legmagasabb (már tudományosnak minősített) fokozatot (*ISCED VII*). A PhD doktornak ezek után már reális esélye van eredményes *önálló* tudományos tevékenység folytatására, azaz elindulhat a tudományos kutatói pályán, vagy magas felkészültséggel elhelyezkedhet a legkülönbözőbb –



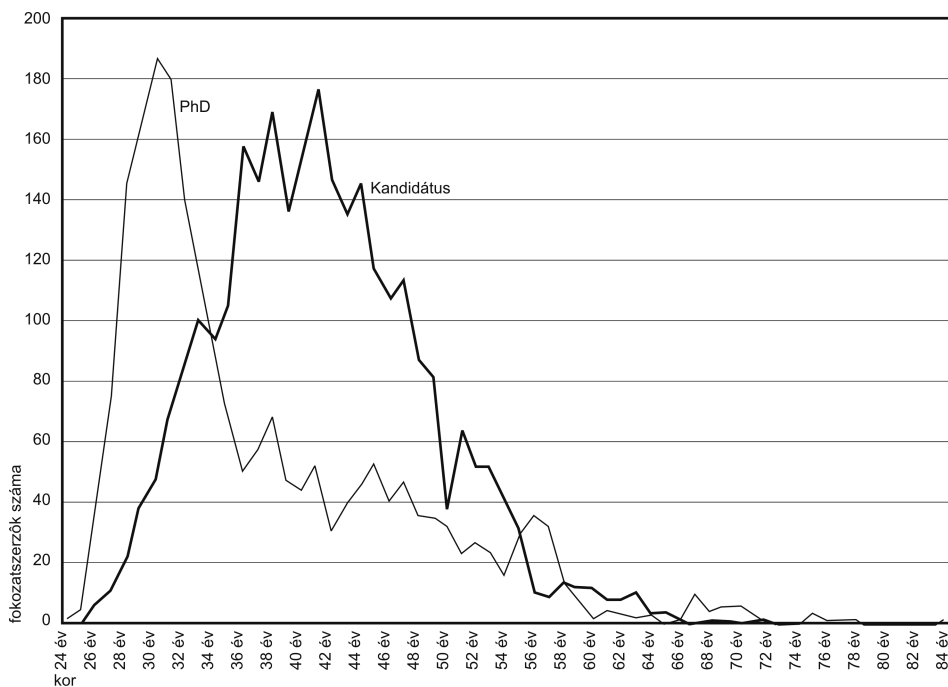
nem jellegzetesen kutatói – munkahelyeken.

*Megfelelnek-e ennek a mércének az utóbbi években PhD fokozatot szerzett „fiatalok”? (A korábbi kisdoktorik lezárult átminősítésének egykor sokat vitatott kérdésével már nem érdemes foglalkoznunk.) Sokak mérvadó véleménye szerint összességében (de nyilván nem kivétel nélkül): igen. A doktori képzés új rendszere a magyar felsőoktatás rendszerváltás utáni legpozitívabb és legeredményesebb új eleme.*

Mivel lehet ezt alátámasztani? Általános vélemény szerint a fokozatok mögött álló tudományos közlemények száma és minősége az esetek jelentős számában jó érték-mérője a fokozatnak. Törvény szerint kötelező minimum kettő (az Ftv. szóhasználata: „cikkekkel”), elég gyakori a 3–5, sőt nem ritka a 6–10 értékes publikáció. Egészen bizonyos, hogy nem az „elit elitjevel” van baj: ragyogó közleménylisták, imponáló

védések, nemzetközi szereplések, a legjobb nyugati helyeken elnyert „posztdok” alkalmazások elég egyértelműen bizonyítják ezt, sőt a nemzetközi verseny-megmérettetést is állják. Ugyanezt jelzik a Bolyai-ösztöndíjas pályázatok, az elnyert ifjúsági OTKA-támogatások, a *Pro Scientia* díjasok, a DOSZ tudományos rendezvényei, ahol sok befutott tudós meggyőződhetett már a jó színvonalról. A kérdés inkább az: milyen hányadot jelentenek a nem elégséges színvonalat jelentő, éppen csak „átmenni” fokozatszerzők (akik még nem is feltétlenül *rite*-k, sőt)? Erre nehéz számszerűen válaszolni, de annyi sajnos biztosan van belőlük, hogy az elmarasztaló véleményekhez táptalajt jelentsenek. Többek szerint lehet, hogy az egyéni felkészülők között ezek nagyobb hányadban fordulnak elő, de erre sincs tényszerű bizonyíték.

Mit lehet tenni ezek kiküszöbölésére, a színvonal emelésére? (Jók és kiválóak biztosan mindig lesznek, s nem is kis számban.



1. ábra • Kandidátusi, illetve PhD fokozatot szerzettek kor szerinti eloszlása

Esetükben inkább az jelent gondot, hogy valóban fejazzék be a képzést, szerezzék meg a fokozatot, s maradjanak is oktatói-kutatói pályán, természetesen nemcsak az akadémiai szférában.)

- Nagy a témavezetők, a doktori iskolák közös és vezetőik személyes *felelőssége és lehetősége*. [Ha pl. a doktoranduszok a doktori iskola (vagy valamilyen szakmailag kompetens része) nyilvánossága előtt rendszeresen (akár félévente) beszámolnak tevékenységükről, kutatási eredményeikről, az kettős pozitív hatást jelent: egyrészt eredményességre serkenti a doktoranduszt (és témavezetőjét is), másrészt a rendszeres nyilvánosság kontrollja a színvonal garanciáját is megteremti. A szigorlat és a védés nyilvánossága is fontos, de e tekintetben már késő.]
- Még mindig sok a rendszerben a szervezett oktatás, és kevés idő jut a kutatásra, tehát változtatni kellene ezek arányán.
- Növelné a rendszer eredményességét, a fokozat színvonalát a predoktori plusz egy év általánossá tétele.
- Kívánatos lenne – egyetemi és országos szinten – a kiemelkedően eredményes témavezetők anyagi-erkölcsi elismerése.
- Igen hasznos lenne szinte minden doktorandusznak aktív részvételi lehetőséget biztosítani külföldi tanulmányúton,

vagy konferencián, szakmai rendezvényen.

- Az akadémiai intézetek kutatóinak aktívabb részvételétől a doktori iskolákban pozitív hatást várhatunk.
- Ugyancsak fontos a külső (más egyetemről és nem csak egyetemről, sőt külföldről is felkért) szakemberek érdemi részvétele nemcsak a képzésben, hanem a fokozatszerzési eljárás minden lépésében (vizsgáztatás, bírálat, védés, doktori tanácsi döntések).
- Lehetővé kellene tenni, hogy más forrásokból a PhD képzésre szánt összegek ösztöndíjként legyenek fizethetők.
- Minden értekezés közcélú példányaiiban és az OM által létesített új doktori honlapon *is* meg kell jelentetni a témavezető, a bírálók és az értékelésben résztvevők nevét, növelve ezzel a minőségért vállalt felelősségüket.
- Néhány szakmában (pl. kémikusok) a doktori értekezések összefoglalói rendszeresen megjelennek hazai szaklapokban, érdemes ezt a gyakorlatot tovább szélesíteni.
- A MAB jelenlegi eljárása az új doktori iskolák akkreditálásra az említett célt jól szolgálhatja. Kívánatos, hogy ennek során a MAB fordítson külön figyelmet a kiadott doktori fokozatok színvonalának értékelésére.

# A HAZAI DOKTORKÉPZÉS ÁTALAKÍTÁSÁNAK SZÜKSÉGESSÉGÉRŐL

Szabó Gábor – Bánszki Tamás – Ruzsányi László

tszkv. egyetemi tanár, az MTA  
Doktora (Debreceni Egyetem)

egyetemi tanár, az MTA  
Doktora (Debreceni Egyetem)

egyetemi tanár, az MTA Doktora  
(Debreceni Egyetem)

*2000 őszén és 2001 tavaszán a hazai doktorképzés terén fontos intézkedésekre és változásokra került sor. Az ideiglenesen akkreditált doktori iskoláknak 2001. szeptember 15-ig kellett pályázatukat benyújtani a végleges akkreditáció érdekében, melynek alapján a Magyar Akkreditációs Bizottság 2002. június 30-ig hozza meg döntését. (Magyar Közlöny, 2000 a; MAB Titkárság, 2000, 2001). A szerzők doktori iskolák vezetőiként közvetlenül szembesülnek azokkal a nehézségekkel, illetve kívánalmakkal, amelyek a hazai doktorképzés terén fennállnak. Ugyanakkor életútjukból kifolyólag áttekintést tudtak szerezni több egyetem doktorképzésének gyakorlatáról, a Magyar Akkreditációs Bizottságnak, illetve jogelődjeinek törekvéseiről. Mindezek figyelembevételével az alábbi tanulmányban olyan általánosítható problémák felvetésére tesznek kísérletet, amelyek nem egy doktori iskola, vagy szakterület, hanem az egész hazai doktorképzés szempontjából megoldást igényelnek.*

## *A motivációkról*

A nappali és levelező, továbbá az egyéni képzésben résztvevők jelentkezésénél eltérő megfontolások játszanak szerepet. A levelező és egyéni képzés felé orientálódók többnyire egyrészt egzisztenciális (munkahelyük megtartása, illetve előmenetel), másrészt presztízsokból vágnak neki a doktori tanulmányoknak. A nappali képzésre

jelentkezők szinte kivétel nélkül a frissen végzett hallgatók közül kerülnek ki, akiknek egy része valóban tudományos fokozat szerzésére törekszik, másik része viszont csupán parkoló pályának tekinti a doktorképzést, és amint kedvező elhelyezkedési lehetőséget talál, abbahagyja tanulmányait és a tudományos kutatást.

A munkahely megtartása, valamint az előmenetel érdekében vállalt PhD fokozat megszerzésére döntő mértékben felsőoktatási intézmények és kutatóintézetek munkatársai jelentkeznek. A kutatóintézetekből a létszámból adódóan kevesebb jelentkező van, és általában korábbi munkahelyükön maradva végzik tanulmányaikat, illetve folytatják kutatómunkájukat. Fontos körülmény, hogy ezen esetekben valós és tartós motivációról van szó, azaz a pályázók általában komoly erőfeszítéseket hajlandók tenni a tudományos fokozat megszerzéséért. A presztízsokból pályázók szempontjából döntő jelentőségű, hogy munkahelyük milyen szakmai és erkölcsi háttérrel bír számukra ezen törekvéseikhez. Közülük számosan rosszul mérik fel lehetőségeiket, és a munkahely formális támogatást nyilatkozatával biztonságban érzik magukat.

A frissen végzett nappali hallgatók közül az érdemi TDK munkát végzők, illetve a felsőoktatásban elhelyezkedni kívánók pályázati szándékai a legmegalapozottabbak.

Azoknál, akiknél az említett két motívum egyike sem lelhető fel, nagy valószínűséggel

a parkoló pályára való állás, azaz a kivárás lehetősége dominál.

#### *A kiválasztásról*

A doktori iskolák és ezen belül a doktori programok sikerét *alapvetően* a felvett hallgatók, továbbá az őket oktatók és tudományos munkájukat segítők kvalitásai határozzák meg. Bármilyen szomorú is, de tény, hogy kivételes esetektől eltekintve a PhD képzésre jelentkezők zöme nem a legkiválóbb tanulmányi eredményt elért hallgatókból kerül ki. A pályázók zöme a *második-harmadik vonalhoz tartozik*, sőt a diploma megszerzését követő néhány év múltán akár elégséges eredménnyel is lehet eredményes felvételi vizsgát tenni. Mindez rendkívüli módon szűkíti és jórészt ellehetetleníti a legtehetségesebb fiatalok bevonását a doktorképzésbe. Az ok természetesen az, hogy az utóbbiak – döntő módon anyagi okok miatt – nincsenek kellően motiválva sem a felsőoktatásbeli, sem pedig a kutatóintézeti pályára. Az említett intézményeken kívül viszont ma Magyarországon nincs érdemi kereslet tudományos fokozattal rendelkező személyek iránt. Ilyen körülmények között nyilvánvaló, hogy a doktori iskolák a gyengébb anyagból kénytelenek válogatni, kevés figyelmet fordítva a parkoló pályára igyekvők kiszűrésére, illetve a levelező képzésben részt vevők munkahelyi körülményeinek a vizsgálatára. Minőségi szempontból fontos előrelépést jelent, hogy az új kormányrendelet felvételi követelményként írja elő egy középfokú „C” típusú állami, vagy annak megfelelő nyelvvizsgának a meglétét. (Magyar Közlöny, 2001) Megjegyezzük, hogy belátható időn belül az *angol nyelv kötelező előírását* nélkülözhetetlennek tartjuk.

Az egyetemek rákényszerülnek, hogy minél nagyobb számban vegyenek fel doktoranduszokat, mégpedig két okból:

1. Mivel az utóbbi tíz évben a felsőoktatásban tanulók száma megháromszorozódott, míg az oktatók száma kb. szinten maradt, de sok helyen még csökkent is, ők tehát oktatási feladataikat – elsősorban a gyakorlatok vezetését – egyszerűen nem tudják megoldani a nappali doktorandusz hallgatók óraadási tevékenysége nélkül.

2. Az egyetemek, és ezen belül a doktori iskolák anyagi helyzete szinte kikényszeríti, hogy a szakmailag indokoltnál több, tandíjat fizető levelező valamint egyéni képzésben részt vevő hallgatót vegyenek fel.

#### *Az ösztöndíjról*

A nappali PhD hallgatók ösztöndíj-rendszere két szempontból is bírálható. A megalázóan alacsony ösztöndíj sokakat visszatart attól, hogy a doktorképzésbe bekapcsolódjanak. Azok a fiatalok ugyanis, akik a doktoranduszi tevékenységük ideje alatt folyamatos és jelentős családi támogatásra nem számíthatnak, nyomorognak, vagy pedig kénytelenek külföldmunkákat vállalni, ezáltal az időbeni teljesítmény terén hátrányba kerülnek, ami a munka minőségét is ronthatja.

Másfelől viszont abszurd helyzet, hogy a mégoly csekély állami ösztöndíjat elnyert hallgató bármely pillanatban és minden következmény nélkül abbahagyhatja tanulmányait. Saját munkáján kívül kárba vész tudományos vezetőjének minden erőfeszítése, s természetesen mindazok munkája, akik oktatóként vagy más módon időt és energiát fordítottak rá.

#### *Megoldásként a következőket javasoljuk:*

- a nappali PhD hallgatók ösztöndíja a mindenkor minimálbért legalább 50 %-kal haladja meg
- a nappali PhD hallgatók is élhessenek a diákhitel rendszer által nyújtott lehetőségekkel
- amennyiben a nappali PhD hallgató a felvételtől számított 6 éven belül nem védi

meg doktori értekezését, úgy felvett ösztöndíjának 50 %-át köteles legyen a kamatokkal együtt az államnak visszafizetni.

#### *A hároméves képzési idő tarthatatlanságáról*

Az 1993/1994 évi első PhD felvételek óta eltelt időszak tapasztalatai egyértelműen azt bizonyítják, hogy szervezett (nappali és levelező) képzés esetében 3 év alatt csak egészen kivételes esetben lehet megszerezni a PhD fokozatot. A szervezett képzésben részt vevők számára a 4 éves időszak előirányozása lenne a reális, ami a nappali hallgatókkal kapcsolatos költségvetési terheket természetesen megnövelné, de amit vesztenénk a révén, azt megnyernénk a vámon. A sajátos hazai követelményeknek való megfelelés – kreditek szerzése plusz értekezés benyújtása – ugyanis legalább ennyi időt igényel, ha színvonalas teljesítményt várunk el a jelöltektől. A jelenlegi posztdoktori ösztöndíjak rendszere ugyanis csupán tüneti kezelésre alkalmas.

Érdemes lenne ugyanakkor megfontolás tárgyává tenni, hogy hosszabb távon érdemes-e a jelenlegi rendszert fenntartani, nem lenne-e célszerű két irányban gondolkodni és esetleg tovább lépni:

- a kreditszerzési kötelezettséget teljesen eltörölni, és csupán a szigorlatokat előírni a tudományos értekezés benyújtása mellett
- lehetővé tenni a választást a vizsgakötelezettségeken nyugvó fokozatszerzés és az előbbi megoldás között.

#### *Az állami normatívákról*

Nem lehet megkerülni a normatív alapon szétosztott képzési költségkeret kérdését sem. E tekintetben nem is elsősorban az összegszerűségben rejlő nehézségekre szeretnénk kitérni, hanem arra a lehetetlen helyzetre, hogy e keretek felhasználhatósága nincs világosan és egyértelműen szabályozva. Az első kérdés természetesen az, hogy

az egyes doktori iskoláknak járó pénzügyi keretből ki, milyen jogon és mekkora hányadot vonhat el? Ez – az OTKA szabályozáshoz hasonlóan – központilag lenne célszerű maximalizálni.

A másik, nem kevésbé fontos kérdés, hogy a normatíva alapján kapott összeg miként bontható személyi részre (TB járulékkal együtt), dologi és fejlesztési költségekre.

Széles körben elterjedt gyakorlat, hogy a doktori iskolák fejlesztési költséghez e keretből egyáltalán nem jutnak, mivel azt központosítják. Nem kis gondot okoz, hogy egy láthatatlan és hozzáférhetetlen „felsőbb rendelkezés” (tehát nem jogszabály!) alapján e normatív keretnek mindössze 5 százaléka fordítható személyi költségekre (TB járulékkal együtt), ami a külső előadók meghívását – különösen egy kurzus finanszírozását – gyakorlatilag lehetetlenné teszi.

Úgy gondoljuk, hogy az elvonások központi maximalizálása mellett a doktori iskolákra kellene bízni e keretek felhasználását, ugyanis az igények szakterülettől függően igen eltérőek lehetnek.

#### *Az oktatásban részt vevők és tudományos vezetőik erkölcsi és anyagi elismeréséről*

Amint már utaltunk rá, a doktorképzés színvonala döntő mértékben a humán tényezőktől, nevezetesen a doktoranduszok és oktatóik, valamint tudományos vezetőik minőségétől és motiváltságától függ. A doktori iskolákban mind az oktatói, mind pedig a tudományos vezetői feladatokat értelemszerűen elsősorban az egyetemek vezető oktatói – docensei és professzorai – látják el, anyagi okoknál fogva kevés külső közreműködő segítségével. A Széchenyi Professzori Ösztöndíjban részesülő kutatóintézeti kollégák ilyen irányú tevékenységre való készítetése átmenetileg komoly segítséget jelent e téren, de a potenciális pályázók körének szűkítése bizonytalanná teszi ezt az együttmű-

ködést. A Felsőoktatási Törvény értelmében a vezető oktatók kötelesek közreműködni a doktorképzésben, bár annak módját és mértékét sem a Törvény, sem más jogszabály nem részletezi. Kérdés, hogy a nevezetteket mi motiválja, és milyen elismerésre számíthatnak felelősségteljes munkájukért?

Általános jelenségnek tekinthető, hogy bizonyos számú doktorandusz összegyűjtése *státusszimbólum* a hazai egyetemeken. Ennek során elképesztő aránytalanságokkal lehet találkozni az egyes doktori iskolákon, illetve programokon belül. Általános tendencia a programvezetők, valamint néhány más személy túlvállalása, ami csaknem minden esetben a kutatómunka rovására megy, különösen akkor, ha az illető egyéb fontos közéleti funkciókat is ellát. Az anyagi megfontolások e téren különösebb szerepet nem játszanak, viszont a *kapcsolati tőke* szerepe lép előtérbe, hiszen akár belső, akár pedig külső doktoranduszról van szó, sikeres védés esetén annak komoly felhalmozására nyílik lehetőség.

A fentiektől eltekintve sem az oktató munkában, sem pedig a témavezetésben való részvétel nem jár érdemi erkölcsi vagy anyagi elismeréssel. Jellemző például, hogy az óratérhelések kiszámításánál a PhD foglalkozások óraszámát vagy nem veszik tekintetbe, vagy ha mégis, úgy a graduális képzés órázámaival azonos értékben számolják el (Magyar Közlöny, 2000 d). Több mint elgondolkodtató továbbá, hogy amíg bármilyen szintű önköltséges tanfolyamon való óraadás tiszteletdíjjal jár, a képzési költséget fizető levelező hallgatók oktatását a kollégák ingyen végzik. Ilyen feltételek mellett természetesen szinte lehetetlen elvárni az oktatóktól, hogy a levelező oktatás szempontjából

legmegfelelőbb időpontban, azaz pénteken vagy szombaton tartsák meg óráikat.

A *dr. habil. cím* odaítélésénél elvileg figyelembe veendő ugyan a doktorképzés területén folytatott tevékenység, de a habilitáció intézménye kiüresedni látszik annál fogva, hogy az egyetemi tanári kinevezés feltételeként, kimondva-kimondatlanul, az MTA Doktora cím megléte szerepel döntő kritériumként (Magyar Közlöny, 2000 c).

Egyértelműen kijelenthető, hogy a doktorképzésben oktatási feladatot vállalni és annak lelkiismeretesen eleget tenni napjainkban nem egyszerűen elhivatottságot, hanem inkább megszállottságot igényel. Anyagi szempontból pedig egyértelműen azok kerülnek előnyös helyzetbe, akik a doktorképzés közelébe se mennek.

*Tartalmi szempontból* a legfőbb problémát abban látjuk, hogy a *tudományágak többségében az új tudományos eredmény fogalma, ismérvei tisztázatlanok*, noha a doktori értekezés elfogadásának és a doktori cím odaítélésének a legfőbb feltétele, hogy a jelölt ilyent fel tudjon mutatni. (Az egyes tudományterületek és tudományágak felsorolását lásd: Magyar Közlöny, 2000 b)

A fentiek alapján úgy gondoljuk, hogy a *hazai doktorképzés elvei és gyakorlata alapos átgondolást és jelentős módosításokat igényelne*. Egyértelműnek tűnik ugyanakkor, hogy mindez csak akkor vezethet eredményre, ha a felsőoktatás egészének kritikai felülvizsgálatára sor kerül, különös tekintettel a tömegoktatással összefüggő veszélyekre és a felsőoktatásban dolgozók anyagi és erkölcsi megbecsülésének helyzetételére. Enélkül ugyanis jobbra csak tüneti kezelésekre van lehetőség.

**IRODALOM**

- Magyar Közlöny (2000 a): 2000. évi XCVII. törvény a felsőoktatásról szóló 1993. évi LXXX. törvény és a közoktatásról szóló 1993. évi LXXIX. törvény módosításáról. 65. sz. 3975–3981.
- Magyar Közlöny (2000 b): A Kormány 169/2000. (IX. 29.) Korm. rendelete az egyes tudományterületekhez tartozó tudományágak, valamint a művészeti ágak felsorolásáról. 98. sz. 6095–6096.
- Magyar Közlöny (2000 c): A Kormány 199/2000. (XI. 29.) Korm. rendelete a Magyar Akkreditációs Bizottság működéséről. 116. sz. 7251–7260.
- Magyar Közlöny (2000 d): Az oktatási miniszter 33/2000. (XII. 26.) OM rendelete a közalkalmazottak jogállásáról szóló 1992. évi XXXIII. törvény felsőoktatásban való végrehajtásáról. 132. sz. 9403–9408.
- Magyar Közlöny (2001): A Kormány 51/2001. (IV. 3.) Korm. rendelete a doktori képzésről és a doktori fokozatszerzésről. 39. sz. 2544–2553.
- MAB Titkárság (2000): A MAB 2000/10/IV. sz. határozata az ideiglenesen akkreditált doktori iskolák végleges akkreditációjának eljárására. <http://www.mab.hu/doc/divakkrb.doc>
- MAB Titkárság (2001): MAB állásfoglalás doktori iskolák létesítéséről és működéséről. A MAB 2001/3/VI/5–6. sz. határozata (A 2001. évi 4. rendes ülés VI. sz. melléklete)



Márciusi számunkban Fehér Márta cikkének vége sajnálatos hiba miatt lemaradt. Az alábbiakban ezért a tanulmány második gondolati egységét egyben közöljük.

## TUDOMÁNYRÓL ÉS TUDOMÁNYFILOZÓFIÁRÓL AZ EZREDFORDULÓN

Fehér Márta

a tudomány doktora, egyetemi tanár, BME Tudománytörténeti és Filozófiai Tanszék  
feherm@phil.philos.bme.hu

### *Új fejlemények a tudományfilozófiában*

A logikai pozitivistá és popperianus tudományfilozófiából kinőtt analitikus tudományfilozófia nyugodt vizébe az első nagy követ – mint ismeretes – Thomas Kuhn könyve, „A tudományos forradalmak szerkezete” (Kuhn, 1962, 1970, magyarul 1984, 2000) dobta. A XX. század 60-as és 70-es éveiben a poszt-kuhniánus tudományfilozófia központi témája az ún. *racionalizmus és relativizmus vita* volt (Fehér, 1984). Ez lényegében arról szólt, hogy vajon megalapozható-e, és mi módon a tudományos megismerés episztemológiai és metodológiai kitüntetettsége, s hogy vajon a tudományos igazság meg az elérésére szolgáló módszer unikális és történelmileg/társadalmilag invariáns-e. A vita tétje az volt, hogy sikerül-e megmutatni, hogy (a nyugati típusú) tudomány az objektív, igaz megismerés *egyetlen* járható útja, amelynek egyes szakaszai *szükségszerűen* következnek egymásra, s amelyben az elért, tudományos módszerekkel igazolt ismeretek *abszolút, változatlan* érvényességűek. A vita egy nem jelentéktelen mellékszálaként folyt (és folyik még ma is, immár hét évtizede) az ún. *realizmus-antirealizmus vita* a teoretikus entitások

létezésének igazolhatóságáról, az elvileg nem megfigyelhető létezőkre vonatkozó állítások igazságáról.

A vitában megoldhatatlannak bizonyult probléma: a tudományos racionalitás kitüntetettsége kérdésének megoldására már a 70-es évek elején létrejön egy új program: az episztemológia *naturalizálásának*, azaz a tudományos racionalitásnak a kognitív pszichológia eredményeire alapozásának programja (Quine, 1969, Kornblith, 1985). Ez abból indult ki, hogy a természetmegismerés helyes, követendő módját maga a természet írta elő, és jórészt: írta is be az ember (és más élőlények) agyába, magatartás-struktúrájába. A tudományfilozófia tehát nem normatív, hanem deskriptív feladatot kell, hogy megoldjon.

A racionalitásprobléma egy másfajta megoldását javasolta a 70-es évek második felében a *tudásszociológia* (nem tévesztendő össze a tudányszociológiával!) ún. *erős programja* (Bloor, 1976, 1991), erősen megosztva a tudományfilozófiai viták résztvevőit. A program lényegét David Bloor négy pontban foglalta össze. Ezek: 1) a *kauzalitás-tétel*, amely szerint a megismerés és a tudás (minden formája) okságilag magyarázandó, az okok között pszichológiai (natu-



rális) és szociológiai (szociális) tényezők egyaránt szerepelnek, 2) az *imparcialitás-tétel*, azaz a pártatlanság álláspontja, amely szerint mind az igaz, mind pedig a hamis tudás, továbbá a racionálisnak és irracionálisnak tekintett megismerési módok kauzálisan magyarázandók, mégpedig, 3) a *szimmetria-tétel* szerint ugyanolyan *típusú* okokkal, tehát naturális és szociális tényezőkkel egyaránt. (Bloor a saját programját a naturalista programok közé sorolja.). És végül 4) a *reflexivitás-tétel*, amely szerint az előző tételek magára a tudományos tudás szociológiájára (sociology of scientific knowledge, SSK), mint a leíró tudományok egyikére is vonatkoznak.

Mindmáig a legnagyobb vitát a szimmetria-tétel váltja ki (emiatt is nevezik a programot „erős” programnak). A tradicionális tudományfilozófia és a tudósok túlnyomó többsége számára ugyanis elfogadhatatlannak tűnik az, hogy a racionális megismerést és az igaz tudást szociológiai tényezőkkel is magyarázzuk. Véleményük szerint ugyanis azt, ami igaz és racionális éppen az jellemzi, hogy benne szociális/szociológiai tényezők *nem* működnek közre, hiszen – nézetük szerint – a természetre vonatkozó tudást csak eltorzítaná, ha benne társadalmi faktorkok jelennének meg. A hagyományos beállítottságú, poszt-kuhniánus tudományfilozófus Larry Laudan (Laudan, 1984) egyenesen *a tudomány áltudományának*, a konzervatív tudányszociológus S.Cole pedig *voodoo szociológiának* minősítette az erős programot a szimmetria-tétel miatt (Cole, 1996). Laudan szerint ugyanis a hamis és irracionális igényel csak magyarázatot és magyarázható társadalmi tényezők befolyásával, az igaz és racionális önmagát indokolja (*self-explanatory*). A természettudósok nagy része (főleg akik csak a vulgarizált változatát ismerik a SSK-nak) ugyancsak felháborodottan tiltakozott az irányzat ellen, mivel úgy hitték, az erős program ideológia-gyártássá degradálja a természettudományokat, és

anyagi vagy pártérdekek kiszolgálóinak bélyegzi a tudósokat. (Vö: Gross-Levitt-Lewis 1996) S még Th. Kuhn is, aki pedig híres munkájában (Kuhn, 1962) egyik kezdeményezője volt a tudomány-fejlődés elméletében a szociológiai motívumok figyelembe vételének, az 1992-ben tartott *Rotschild előadásában* úgy fogalmaz, hogy: „*En azok közé tartozom, akik az erős program fel-fogását abszurdnak találják, ez egy tébolyodott dekonstrukció*”. (idézve: S.Cole, 1996, 276. o.)

Ezek az indulatoktól fűtött reakciók, az elfogult vulgarizálás és a vita helyetti minősítés arról tanúskodik, hogy itt valóban nem csupán akadémikus, hanem valódi egzisztenciális, a tudományt és társadalmi helyzetének lényegét érintő problémákról van szó. (És persze az indulatok hevessége, a harcias hangvétel megjelenése maga csupán szimptomája annak, hogy minél jelentősebb a változás a tudományos kutatás helyzetében, minél erősebben gazdasági és politikai tényezők hatása, befolyása alá kerül, annál erősebben igyekeznek fenntartani a tudomány korábbi, ún. akadémikus fázisban kialakult és erősen idealizált képét, minthogy ez hasznos ideológiai szerepet tölt be azáltal, hogy a folyamat „szenvető” alanyai, a tudományos kutatók elől elfedi a folyamat valódi lényegét, így az ellenállás nélkül végbemehet. Ha a kutató abban a hiszemben van, hogy a közjót szolgálja, és csakis az Igazság elérése vezérli, akkor készségesebben kooperál.)

Az információs (tudás alapú) társadalom létrejötté, a tudomány (fentebb leírt) poszt-akadémikus fázisba jutása – mint látható – a tudományos megismerésre vonatkozó reflexió, a tudományfilozófia új fázisba lépését idézte elő. S ez legalább olyan drasztikus változásokat hozott, mint amelyek vizsgálódási területén, a tudományban bekövetkeztek. Ugyanis a harmadik évezred fordulójához közeledve olyan fejlemények álltak

elő, amelyek az előző két és fél évezred episztemológiai alapfeltevéseit kérdőjelezzik meg és módosítják. Nem pusztán korábbi tudományfilozófiai elméletek kritikai felülvizsgálatáról és módosításáról van tehát szó, hanem a tudományos megismerésre és a tudás mibenlétére vonatkozó, eredetileg Platon és Arisztotelész által (jórészt impliciten) elfogadott, és azután Descartes által az újkori modern tudomány és tudományfilozófia számára is megerősített alapfeltevések felülvizsgálatáról.

Ezek az alapfeltevések egy *látás-metaphora* kereteibe illeszkednek. A megismerőt mint egy, a világról képet alkotó, belátásokra jutó, a megfigyelt folyamatokba beavatkozni nem tudó, külső szemlélőt tételezi. (Ez az, amit Rorty 1981 „*our glassy essence*”-nek nevez) Erre a világra pillantó „szem”-re redukálja a megismerőt – hallgatólagosan és metaforikusan – a görög tradícióban nyugvó nyugati episztemológia.

Az alapfeltevések pedig:

1. Az *objektivitás elve*: a megismerés alanya, a megismerő (szubjektum: S) és tárgya (az objektum: O) elvileg megadható, és követhető módszerek szerint *teljesen szeparálható*.

2. A *reprezentáció elve*: S képes O hű, torzításmentes „tükörképét”, leképezését előállítani. A képben S sajátosságai (személyes, történelmi és társadalmi meghatározottságok) nem szerepelnek.

3. Az *individualitás elve*: a megismerő alany (S) individuális, minden megismerő kognitíve ekvivalens, több megismerő együttese nem kollektív csak additív, aggregált megismerőként viselkedik. (Ezt szokás *Robinson Crusoe elvnek* is nevezni.)

4. Az *unicitás elve*: az igazság egyféle, a hamisság, a tévedés sokféle lehet. Az igaz és a hamis tudás megfelelő módszerekkel elkülöníthető.

5. A *racionalitás elve*: az igazság (=hű reprezentáció) előállításának (a hamistól való

elkülönítésének) *van (=létezik)* adekvát, kitüntetett, unikális és explikálható módja.

Ezek az alapfeltevések az ezredforduló tudományfilozófiájában sorra felülvizsgálatra kerültek. Az objektivitás elvét ugyan már korábban<sup>1</sup> Polányi Mihály (Polányi, 1958, magyarul 1994) jó érvekkel (a megismerés intencionális és személyes komponensére valamint a hallgatólagos tudásra való hivatkozással) megkérdőjelezte. És persze már Kuhn a paradigmaticus látásmód valamint a valóság reprezentációjának előállítására szolgáló történetileg adott fogalmi háló (a késői Kuhn-nál: az ún. *lexikon*, Kuhn, 1993) kiiktathatatlanságának bemutatásával amellet érvelt, hogy az ember mint megismerő alany nem választhatja el magát tökéletesen az objektumtól, és nem transzformálhatja ki önmagát a tárgyra vonatkozó képből. Kognitív eszközeink, a materiálisak és intellektuálisak is, mindig emberi eszközök, az ember pedig mindig egy bizonyos kor és társadalom embere.

Ziman (1996) és Latour (1993, magyarul 1999) más-más felől közelítik meg ugyanezt a kérdést. Ziman mint természettudós nem az absztrakt episztemológiai síkon vizsgálja az objektivitás kérdését, hanem a poszt-akadémikus tudomány tényleges helyzetéből kiindulva látja veszélybe kerülni a tudomány transz-kontextuális voltát, s ezzel az objektivitását. Azt, hogy a tudós és a tudás társadalmi-gazdasági-politikai és vallási érdeken és befolyásokon kívül és felett áll – ahogyan ezt az európai Felvilágosodás alapeszméi megkövetelik. Hinnünk kell, hinni akarunk abban, hogy létezik egy pártatlan döntőbíró, az objektív igazság letéteményese, amely (mint korábban Zimantól idéztük) az emberek közötti gazdasági, politikai vagy

<sup>1</sup> Az objektum/szubjektum éles szeparálhatóságának elvével kapcsolatban kételyek voltaképpen már a XX. század 30-as éveiben, a kvantumelmélet kialakulása után megfogalmazódtak, és jelen vannak az elméleti mikrofizika módszertani problémái között.

egyéb (pl. jogi) vitákban legfőbb instancia-ként szolgál. Az objektivitás-elvet tehát újra kell értelmezni, most, hogy naiv formája csődöt mondott, gyakorlati követése pedig a poszt-akadémikus fázisban veszélybe került.

Latour (Latour, 1993, 1999) a *Modern Alkotmány* tarthatatlan tételének tartja a Természet és az Emberek (a Kultúra, a Társadalom) világát elválasztó dichotómiát, mert úgy véli, mindkét oldalon csupán „hibridek”-ről beszélhetünk. Smielőtt valaki Latourt meg a szociálkonstruktivista irányzat képviselőit (Woolgar, 1988, Pickering, 1984, Knorr-Cetina, 1981) hibbant posztmodernnek bélyegezné, gondoljon arra, hogy a modern tudomány (már a XVII. századi kezdetei óta) kísérleti jellegű, mesterséges szituációkat és jelenségeket tanulmányoz, s egyre fokozódó mértékben állít elő saját korábbi tudása alapján előállítható és érdekesnek tartott jelenségeket, amelyeket azután tanulmányoz. (Tehát nem a „természetes”, spontán folyamatokat vizsgálja. Az ún. *természettes/mesterséges határvonal*/utoljára az arisztotelianus természettanban volt talán élesnek mondható.) Hacking (Hacking, 2000) vitába is száll azzal a természettudósok körében elterjedt (az objektivitás-elv naiv értelmezésén nyugvó) nézettel, amit S. Weinberg így fogalmaz meg: „Ha valaha is felfedezünk intelligens lényeket valamilyen távoli bolygón, és lefordítjuk a tudományos munkáikat, azt fogjuk találni, hogy ők és mi ugyanazokat a természeti törvényeket fedeztük fel.” (Weinberg, 1996a, 1996b). Hacking szerint az emberi tudás útja az *emberi* tudás útja, nem szükség-szerű még az emberiség számára sem, és nem unikális, unilineráris, minden értelmes lény számára egyedül kitüntetett út. Hacking ezt a tudás *kontingenciája* tételének nevezi (Hacking, 2000, 67. o.).

Ma már – a 70-es évek relativizmus vitájától – a kontingencia tételig jutva, a tudományfilozófia az emberi tudás útját esetle-

gesnek, az objektum/szobjektum dichotómiát (éles formájában) tarthatatlannak tekinti, ami persze nem jelenti az elért tudás használhatatlanságát és érvényességét, csak rámutat (vagy ráirányítja a figyelmet) használhatósága és érvényessége határaitra, történelmi és antropológiai meghatározottságára.

Az individualitás elve az utóbbi mintegy két évtized tudományfilozófiai vitáiban többféle megközelítésben is megkérdőjeleződik. Az edinburghi iskola által kezdeményezett (Mannheim, Wittgenstein, Durkheim és Marx korábbi nézeteihez visszanyúló) *tudásszociológiai* irányzat (SSK) alap-tétele az, hogy a megismerő ember nem magányos Robinson Crusoe-ként szerez ismereteket, és nem is kognitív képességeinek teljes birtokában születik a világra (ahogyan a Quine kezdeményezte episztemológiai naturalizmus tételezi), hanem emberi társaságba születvén, a kollektíva tagjaként, tevékenységének részeseként tesz szert kognitív képességeire és válik alkalmassá az elfogadott és rendelkezésre álló megismerési folyamatok követésére. Az episztemológiai individualizmus kétezer éves alapfeltevését az episztemológiai kollektívizmus tételével válják tehát fel. Bloor és Barnes (Bloor, 1991, 1983, Bloor és Barnes, 1982) szerint a társas (szociológiai, kollektív) tényezők jelen vannak a tudás kognitív tartalmában is, de nem *torzító*, nem destruktív, hanem *konstitutív*, konstruktív szerepet játszanak. Más szóval: az ember társas lény mivolta teszi egyáltalán *lehetővé* a sajátosan emberi megismerést, s egyúttal ez teszi történelmileg és társadalmilag meghatározottá és változóvá. (Ebben is különbözik ez az irányzat a – főként – R. Merton nevével fémjelvezhető korábbi és a mai *tudománysszociológiától*, eszerint ugyanis a társadalmi/társas tényezők csupán a tudományos tudás haladásának ütemét és irányát befolyásolhatják, de nem jelennek meg a tudás kognitív tartalmában.) Az erős program pártatlanság- és szimmetria-

tételét tehát durva félreértés úgy értelmezni, ahogyan sokan a „science wars” résztvevői közül (S. Weinberg, 1996, Sokal-Bricmont, 1997, magyarul 2000), hogy ezek ideológiává degradálják a tudományt, mivel a valóságra vonatkozó igazság kutatója helyett gazdasági vagy politikai (párt) érdekek kiszolgálójának tüntetik fel. Az *erős program* tételei *nem* ezt állítják, mélyebb, az emberi megismerés lapjait érintő meghatározottságokra utalnak. Bloor és Edge (2000) szavait idézve: „*A dolog lényege az, hogy a társadalom nem eltorzítja a világra vonatkozó tudásunkat, nem áll közénk és a valóság közé. A társadalom képessé tesz bennünket: általa, nem pedig ellenére látjuk a világot. A társadalom és a kultúra szemüvegként hat: rajta keresztül kollektíve látjuk és ragadjuk meg a világot, nélküle semmit vagy majdnem semmit nem látnánk. (A tudósok számára persze a releváns 'társadalom' általában a 'tudományos közösség'.)*” (Bloor-Edge, 2000, 159. o.)

Kevésbé radikális kísérletek is vannak azonban a tudományos megismerésben szerepet játszó szociális/szociológiai tényezők kognitív relevanciájának vizsgálatára, és vele az individualitás tétel újragondolására. Nagy várakozás előzte meg Alvin Goldman 1999-ben megjelent könyvét (Goldman, 1999), amelyet szerzője úgy előlegezett meg, hogy ez kiegészítője, továbbfejlesztője lesz korábbi (Goldman, 1986) könyvének, amelyben az *episztemológiai individualizmus* talaján állva az ismeretelmélet naturalista elméletét fejtette ki, a mostani kötetben viszont az ún. *szociális* episztemológiával foglalkozik. Valójában azonban ez a könyv inkább a hagyományos *tudományszociológia* körébe tartozó témákat tárgyal, így a „peer review”, tudományos közösség belső kontrolljának, a kommunikáció technikai és gazdasági vonatkozásainak kérdéseit, de például a tudományos tanúskodás (testimony) és a team-munka nyomán az ún.

episztemikus függőség<sup>2</sup> (epistemic dependence, Hardwig, 1985) kérdését vizsgálva eljut a kognitív tartalom szempontjából is releváns (tkp. *tudásszociológiai*) kérdésekhez is.

A fentebb említett reprezentáció- és racionalitás-tétel korábbi formájának feladásához és vele az igazság-probléma új megközelítéséhez a legfontosabb lépést – véleményem szerint – Ian Hacking ((1985, magyarul 1999) tette meg. Hacking arra jut (éppen a már említett, korábbi racionalizmus és realizmus viták sikertelensége nyomán), hogy az igaz/hamis, valamint a racionális/irracionális diktómia nem abszolút, de persze nem is önkényes, idioszinkratikusan szubjektív. „*A bárgyú szubjektívizmus olyasmint állít – írja Hacking –, hogy az, hogy p érv-e q mellett, attól függ, hogy az emberek rákaptak-e erre az érvelési módra vagy sem. Az én bonyolultabb elgondolásom az, hogy az, hogy egy kijelentés értelmezhető-e úgy, mint ami igaz-vagy-hamis, attól függ, vannak-e rá vonatkozó érvelési módjaink. A mondathoz illő gondolkodási forma segít rögzíteni az értelmét, és meghatározza azt, hogy milyen módon bizonyul igaznak vagy hamisnak.*” (Hacking, 1999, 349. o.)

Hacking (A. Crombie 1994 tudománytörténeti kutatásaira támaszkodva) a következő tételeket fogalmazza meg (vö. Hacking, 1999, 363. o.):

1) különböző gondolkodási stílusok vannak.

2) Ezeket a bennük érvényes gondolkodás/érvelési módok és azok a kijelentések alkotják, amelyek igazak-vagy-hamisak le-

<sup>2</sup> Az episztemikus függőség problémáit Hardwig kezdte elemezni, újabban Brad Wray foglalkozik vele. Arról van szó, hogy az utóbbi 1-2 évtizedben a természettudományokban egyre tipikusabb a több (gyakran igen sok, a részecskefizikában pl. 90) szerző neve alatt megjelenő cikk. Mégpedig azért, mert csak a szerzők *együtt* tudják mindazt, amit közlétesznek, mindegyikük tudása és produkciójának értéke a többiekétől *függ*.

hetnek (tehát nem azok, amelyek: *igazak* – mint a hagyományos tudományfilozófiai felfogás szerint!).

3) E lehetőség-rendszereknek vannak más kategóriái is, mint amelyek a mi tradícióinkban megjelennek, ez történetileg kontingens.

4) A gondolkodási stílusok nem állíthatók *a priori* értéksorrendbe, hiszen a kijelentéseknek, amelyekben és amelyekről gondolkodunk, csupán az alkalmazott gondolkodási módszerekből nyerik értelmüket.

Hacking hangsúlyozza, hogy felfogása nem relativista és nem szubjektivistá. S hogy valóban nem az, ráadásul, hogy az erős programmal is kompatibilis és a poszt-kuhniánus tudományfilozófiában máig vita tárgyát képező inkommenzurabilitás problémának is egyfajta, tudományelméletileg termékeny megoldását (persze nem: kiküszöbölését) adja, arra nézve, befejezésképpen lássunk egy egyszerű példát. (Ez talán a további elméleti fejtegetéseknél megvilágítóbb lesz.)

Sokal és Bricmont idézi Bloor megfogalmazását, amely szerint „*A szociológus számára a tudás nem igaz vélekedés – vagy esetleg igazolt igaz vélekedés –, hanem mindaz, amit az emberek tudásnak tekintenek. (...) Tartsuk fenn a 'tudás' szót mindarra, amit kollektíve jóváhagyunk, és az egyedit vagy idioszinkratikusait tekintsük pusztá vélekedésnek*” (Bloor, 1991, 5. o.) A két szerző meg akarván mutatni, milyen abszurd ez a bloori álláspont, azt a példát hozza fel, hogy képzeljük el, hogy az egyetemi előadóterembe tartván valaki szembe szalad velünk, és az kiabálja, hogy a teremben egy megvadult elefántcsorda van. „*Hogymit kezdünk ezzel az állítással, (...) az nagy mértékben függeni fog attól, hogy van-e a teremben egy megvadult elefántcsorda – vagy pontosabban, minthogy beismerjük, nincs közvetlen és direkt hozzáférésünk a külvilág valóságához, attól fog függeni,*

*hogy amikor mi és mások (óvatosan!) bele-sünk a terembe, akkor mi látunk vagy hallunk-e megvadult elefántcsordát. (...) Ha azonban megfigyeléseink során nem bukkannánk elefántokra, (...) a rendőrséget hívnánk és a pszichiátriát.*” (Sokal-Bricmont, 2000, 119. o.) Valóban így járnánk el?

Attól függ, hol van a szóban forgó előadóterem, ha Oxfordban, a második emeleten, akkor, azt hiszem, azonnal a mentőket hív-nánk. Persze, ha Nairobian egy kerti pavilonban, akkor a leírt módon, valóban érde-mes lenne először megnézni, van-e ott elefántcsorda. (Persze egyik esetben sem jó a felhozott példa Bloor ellen, hiszen itt éppen arról van szó, hogy egy ember idioszin-kratikus állítását a *többi ember*, azaz: *mi*, a kollektíva minősíti beteges vélekedésnek!)

De módosítsuk kissé a példát. Ha valaki azt mondja, hogy a teremben 95 %-os a páratartalom és ez elviselhetetlen, akkor (mint-hogy ez az állítás a Hacking féle értelemben igaz-vagy-hamis *lehet* a mi gondolkodási stílusunk szerint) hozunk egy megfelelő mérőműszert, megmérjük a páratartalmat a szóban forgó teremben, és dülörejütünk az állítás igaz vagy hamis voltát illetően, (feltéve, hogy az állítást-tevő velünk azonos stílusban gondolkodik). Ha azonban valaki azt állítja, hogy az előadóteremben a Nagy Fekete Kecskeszellem ártó varázslata ül, akkor (hacsak nem egy törzsi társadalom tagja az illető, továbbá az is kizárható, hogy viccel vagy gúnyt űz velünk), nem fogunk empirikus megfigyeléseket és méréseket végezni, (*nincsenek is erre vonatkozó mérései, megfigyelési eljárásaink!*) hanem azonnal hívjuk a mentőket, mivel egy ilyen állítás a mi gondolkodási stílusunk szerint *nem lehet* igaz-vagy-hamis.

De az, hogy kihez, mikor hívunk mentőket, mikor bélyegezzük értelmetlen, irracionális gondolkodású személynek, az csak az ilyen triviális esetekben egyszerűen eldönthető. Mindenképpen attól függ azonban a

döntés és vele a racionális/irracionális határ, hogy *vannak*-egondolkodási (logikai, érvelési) és tapasztalati (kísérleti) döntési *eljárásaink* ahhoz, hogy dűlőre jussunk. Ugyanis a döntési kritériumok és eljárások nem abszolútak, hanem történetileg változók. Ne feledjük, hogy Röntgen az anomális sugarak észlelésekor hetekig kételkedett saját ép érzékeiben és józan eszében, és olyan eljárást próbált találni, amellyel az „X-sugarak” észlelésére vonatkozó állítása kikerül a pszichiátriai esetek (vizionálás!) köréből és átkerül az igaz-vagy-hamis fizikai megfigyelések körébe. Vagy gondoljuk el, hogyan vélekedett volna Galilei, de akár még Newton is, Herschelnek arról az állításáról, hogy „*Azt a hőt, amelynek törőképesége a vörös sugarakéval azonos, az ilyen sugarak fénye idézi elő.*”! Merő értelmetlenségnek tartották volna.

Hacking bölcs tanácsát érdemes megfogadni: „*Az igazságra és az észre irányuló általános érdeklődésünknek jó szolgálatot*

*lehet tenni azzal, hogy hagyjuk, hogy más gondolkodási stílusok a saját módjukon fejlődjenek, anélkül, hogy a racionalizmus egy imperialistább fajtája megbilincselné őket.*” (Hacking, 1999, 364-5. o.)

A tudományfilozófusok különböző árnyalatú csoportokból (a szűkebb értelemben vett, hagyományos tudományfilozófusokból, a tudásszociológusokból, szociálkonstruktívistákból, a „science studies”, az STS művelőiből) álló tábora éppen arra törekszik, hogy a tudományt, a tudományos gondolkodást megértse és megérteni segítse a tudósokat és laikusokat egyaránt. S ezt, a vállalkozás lényegéből kifolyólag kritikus és nem-szokványos eredményekre vezető vizsgálódást csak azok vehetik rossz néven, tekinthetik ellenséges tevékenységnek vagy egyenesen szentségtörésnek, akik a tudományt vallásos áhítat tárgyának tekintik, amelyet fenntartás nélküli dicséret illethet csupán, nem bírálhat.

## IRODALOM

- Bloor, D. (1976, 1991): *Knowledge and Social Imagery*. London, Chicago (magyarul részlet: Forrai-Szegedi 1999.)
- Bloor, D. (1983): *Wittgenstein, a Social Theory of Knowledge*, London
- Barnes-Bloor (1982): Relativism, Rationalism and the Sociology of Knowledge, in: Hollis-Lukes (eds.): *Rationality and Relativism*. MIT (magyarul: Laki, 1998.)
- Bloor-Edge (2000): Knowing Reality through Society, *Soc.Stud. Sci.* 30/1.
- Cole, S. (1996): Voodoo Sociology, in: Gross-Levitt-Lewis, 1996
- Crombie, A. (1994): *Styles of Scientific Thinking in the European Tradition*. London
- Fehér, M.(1984): A poszt-pozitívista tudományfilozófia válsága. *Magyar Filozófiai Szemle*, 1984/5-6.
- Forrai-Szegedi (szerk.:1999): *Tudományfilozófia Szöveggyűjtemény*. Áron Kiadó
- Goldman, A.(1986): *Epistemology and Cognition*. Oxford
- Goldman, A. (1999): *Knowledge in a Social World*. Oxford
- Gross-Levitt-Lewis (eds.1996): *The Flight from Science and Reason*. New York
- Hacking, I. (1985): Styles of Scientific Reasoning, in: Rajchman-West (eds.) *Post-Analytic Philosophy*, New York (magyarul: Forrai-Szegedi 1999.)
- Hacking, I. (1999): *The Social Construction of What?*
- Hardwig, J. (1985): Epistemic Dependence. *Journal of Philos.*
- Hacking, I. (2000): How Inevitable are the Results of Successful Science? In: Howard (ed.): *PSA98*,pt.II
- Jacob, M. (1997): Life in the Triple Helix: the Contract Researcher, the University and the Knowledge Society, *Science Studies* 2/1997
- Knorr-Cetina, K. (1981): *The Manufacture of Knowledge*. Oxford
- Kornblith, H.(1985): *Naturalizing Epistemology*, MIT
- Kuhn, Th.(1962, 1970): *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago, (magyarul ford.: Bíró D., 1984., 2000., Osiris)
- Kuhn, Th. (1993): Afterwords, in: Horwich (ed.): *World Changes*, MIT
- Laki, J. (szerk. 1998): *Tudományfilozófia*. Osiris
- Latour, B. (1993, 1999): *Soha nem voltunk modernek*. (ford.: Gécsér O.) Osiris, (a ford.alapja: *We Have Never Been Modern*. 1999, Harvard).
- Laudan, L. (1984): The Pseudo-Science of Science, in: Brown (ed.): *Scientific Rationality, the Sociological Turn*. Reidel

Pickering, A. (1984): *Constructing Quarks*. Edinburgh  
Polányi, M. (1994): *Személyes tudás* (ford.: Pap M.)  
Atlantisz, eredeti kiadás: *Personal Knowledge*. 1958  
Quine, W. O. (1969): Epistemology Naturalized,  
in: *Ontological Relativity and Other Essays*. New  
York, (magyarul. Forrai-Szegedi, 1999.)  
Rorty, R. (1981): *Philosophy and the Mirror of Nature*,  
New York  
Sokal, A. - Bricmont, J. (2000): *Intellektuális imposz-  
torok* (ford.:Kutrovácz Gábor), Typotex, eredeti  
kiad.: *Impostures Intellectuelles*. 1997. O.Jacob

*Tudomány és Technológiapolitika 2000*, a kormány  
tudomány és technológiapolitikai elvei és cselek-  
vési programja, OM Budapest  
Weinberg, S. (1996): Sokal's Hoax, *New York Re-  
view of Books*, August 8/1996.  
Woolgar, S. (1988): *Science, the Very Idea*. London  
Ziman, J. (1996): 'Post-academic Science': Construct-  
ing Knowledge with Networks and Norms, *Sci-  
ence Studies* 9., (magyarul részletek: Elveszti-e  
objektivitását a tudomány? *Természet Világa* 1996.  
nov.



## *A holnap tudósai*

A Bolyai Ösztöndíjasok Klubja megkeresett bennünket, és helyet kért olyan információk számára, amelyek nagyon fontosak lehetnek a tudományos pályájuk kezdeti szakaszán dolgozó fiataloknak. Örömmel támogatjuk a kérést, és igyekszünk helyet adni minden olyan szervezetnek, társaságnak, amely fiatalok tudományos képzésével, tehetségek felkutatásával, a „holnap tudósainak” szóló programokkal foglalkozik – az általános iskolától az egyetemig. Mostani számunkban négy szervezet bemutatkozását olvashatják, s reményeink szerint ezeket majd mások is követik. Megkértük dr. Csermely Péter professzort, akinek ilyen irányú tevékenysége jól ismert, hogy mint külső szerkesztő gondozza ezt az új rovatot, amely előreláthatóan 2-3 havonta jelenik majd meg. Ezúton is kérünk mindenkit, aki ehhez a munkához csatlakozni kíván, hogy vegye fel vele a kapcsolatot (csermely@puskin.sote.hu).

*Csányi Vilmos*

## **A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA BOLYAI JÁNOS KUTATÁSI ÖSZTÖNDÍJASOK AKADÉMIAI KLUBJA (BOLYAI KLUB)**

### Részlet a Klub Alapszabályából

„A klub célja, hogy a tehetséges, képzett, tudományos munkáikban jelentős eredményeket elérő Bolyai-ösztöndíjas fiatal kutatók egyedi környezetben, klubszerűen működő helyen találkozhassanak egymással és vendégeikkel, elősegítve ezzel olyan szellemi műhely kialakítását, amely hosszabb távon is meghatározó közéleti, értelmiségi, gondolkodó szellemi tevékenység fórumaként szolgálhat, amely segít megteremteni a *Bolyaiság* tradícióját és kiváltja annak tiszteletét.”

A Magyar Tudományos Akadémia Bolyai János Kutatási ösztöndíjasok Akadémiai Klubja (röviden: Bolyai Klub) tavasz-

szal alakult a Bolyai-ösztöndíjasok szervezésében. Az MTA vezetői, valamint a Bolyai Kuratórium is támogatta kezdeményezésünket. Az alakuló közgyűlésünk volt egyben első klub-rendezvényünk is, amelyen Glatz Ferenc, az MTA elnöke tartott előadást a Bolyai-ösztöndíjasok generációját érintő tudománypolitikai kérdésekről. A klub havi rendszerességgel tartja rendezvényeit az MTA Roosevelttéri székházában.

#### *Eddigi programjainkról*

- 2001 áprilisában Horváth Attila katonai logisztikus (ZMNE, BJMKFK) klubunk név-



adója, Bolyai János ellentmondásos katonai pályafutásáról tartott vitaindítót. Az előadás egyik érdekessége az a kevésbé ismert tény volt, hogy Bolyai János a híressé vált tételeit a bécsi császári-királyi mérnökakadémián folytatott tanulmányai alatt kezdte el kidolgozni, és az *Appendix*-et mérnökkari tisztként fejezte be.

- Májusban Tasnádi Attila közgazdász-matematikus vitaindító előadásában a sokak által félreértelmezett játékelmélet lényegéről, módszereiről és felhasználásának lehetőségeiről beszélt. A résztvevők érdekesnek találták a témát, amely alkalmat adott arra, hogy ki-ki a saját tudományterülete (politológia, szociológia, közgazdaságtan, műszaki- és természettudományok stb.) szemszögéből mondjon véleményt a játékelmélet által nyújtott modellezés lehetőségeiről.

- Júniusban a magánkezdeményezésre felújított Bolyai-díj első díjazottja, Freund Tamás, a KOKI igazgatóhelyettese volt a vendégünk. Az MTA egyik legfiatalabb akadémikusa az összejövetelen tudományos életútja tapasztalatainak és saját kutatási területének bemutatása mellett kitért tudománypolitikai kérdésekre is. Ismertette az általa vezetett kutatócsoport munkamódszereit, kutatási irányait és eredményeit. Kérdésekre válaszolva kifejtette véleményét a kutatás finanszírozásának és a fiatal tudósok itthon tartásának problémáiról.

- A nyári szünet után, szeptemberben Gergely János akadémikus, az MTA Bolyai-kuratórium elnöke közérthető és szemléletes előadást tartott az immunológia elméleti és gyakorlati kérdéseiről. A résztvevők az előadás után több érdekes kérdést intéztek a professzor úrhoz az emberi szervezet öröklött és szerzett betegségeiről, illetve a mérgekkel szembeni közömbösségről.

- Októberben Enyedi György akadémikus, az MTA alelnöke a globalizációról, az akarva-akaratlanul mindenkit érintő földrajzi, politikai, társadalmi, gazdasági és kulturális jelen-

ségről tartott vitára ösztönző előadást.

- Novemberben *Kandidátus vagy PhD* címmel vitát rendeztünk a hazai tudományos képzési és minősítési rendszerről. Ez a téma készítette hozzászólásra a legtöbb résztvevőt, a vitát nem zártuk le, folytatni fogjuk.

- Decemberben és januárban az ünnepekre, valamint a téli vizsgaidőszakra tekintettel nem tartottunk klubrendezvényt.

- 2002 februárjában Kroó Norbert, az MTA főtitkára tisztelte meg jelenlétével a klub tagjait, akik aktuális, az ösztöndíjjal kapcsolatos gazdasági és anyagi természetű kérdésekről faggatták.

- Márciusban Vizi E. Szilveszter, a KOKI igazgatója, a MTA alelnöke volt a vendégünk. Életpályájának rövid ismertetését követően tudománypolitikai és tudományos közéleti kérdésekre válaszolt. Ismertette terveit, tudománypolitikai koncepcióját, úgy is mint az MTA egyik elnökjelöltje.

#### *További terveinkről*

Terveink között szerepel, hogy a vidéki egyetemi városokban és akadémiai központokban létrehozzuk a Bolyai Klub tagozatait. Örömmel tudatjuk, hogy a Debreceni Akadémiai Központban 2001. november 21-én, 39 fővel megalakult a klub helyi tagozata. 2002-ben, a Bolyai-bicentenárium évében – szintén vidéken – tudománypolitikai konferenciát szervezünk a Bolyai-klub tagjainak, ahol terveink szerint a korosztályunkat érintő kérdéseket is megvitátjuk.

Az év elején végre beindítjuk számítógépes levelezőrendszerünket, amelyen klubtagjaink közvetlenül cserélhetnek egymással információt és véleményt. Szükségesnek tarjuk, hogy a Bolyai kutatási ösztöndíjasok korosztálya véleményt nyilváníthasson tudománypolitikai kérdésekben. Erre keressük a megfelelő publikálási fórumot.

*Dr. Izsák Éva  
elnök (Bolyai Klub)  
izsakeva@ludens.elte.hu*

## A PRO SCIENTIA ARANYÉRMESEK TÁRSASÁGA

*Összefoglaló áttekintés  
a PSAT szervezetéről és tevékenységéről*

Az 1989 óta a Pro Scientia Aranyérem kitüntetésben részesült fiatal kutatók (oktatók és „civiliek”) az egyesületi törvény szerint működő civil szervezetet (nyilvánvártartásba vett egyesületet) hoztak létre, amelynek számos hivatalos célja mellett egyik legfontosabb szándéka, hogy az Aranyérmeseket közösséggé kovácsolja, lehetőséget teremtsen egymás személyes és szakmai megismerésére, a fiatal értelmiség kutatásainak bemutatására.

**I.** Társaságunk története 1992-ben kezdődött, amikor az 1989-ben és '91-ben Aranyérmet szerzett nemzedéknek az akkor még Országos Tudományos Diákköri Tanács (OTDT) és a Magyar Tudományos Akadémia megrendezte az első konferenciát. A jelenlevők közfelkiáltással döntöttek egy társaság alapításáról, megválasztották az elnökét (Kiss Rita) és társelnökét (Bánáti Diana), valamint megállapodtak a szervezeti felépítésében. A frissen megalakított ügyvivő testület (ÜT) még aznap este összeült, és megszerkesztette a társaság első alapszabályát, abban rögzítette, hogy a társaság rendes közgyűléseire mindig a kétvétenként megrendezendő *Pro Scientia Aranyérmesek Konferenciáján* (PSAK) kerül sor.

1994-ben került sor a második konferenciára, amelyet még mindig az OTDT rendezett, és amelyen a jelenlevők az alapszabály lényeges módosítását határozták el (ezt követően dolgozta át az eredeti, *ad hoc* verziót

az ÜT a jogszabályoknak is megfelelő, nyilvánvártartásba vétel céljából benyújtható formára), valamint átalakították a társaság szervezetét: az ÜT létszáma csökkent, elnöke Osvay Károly fizikus, társelnöke Dinnyés András állatorvos (időközben az MTA doktora) lett.

1996-ban a háromnapos PSAK III-t az ÜT egyik tagja, Saman Kothalawala szervezte a DOTE TDT-vel és az OTDT-vel együttműködve Debrecenben (DOTE, DAB) – nagy sikerrel. A konferencia három szekciójában szinte minden tudományterületen számos előadás hangzott el. Az ekkor tartott közgyűlés végleges alapszabályt fogadott el, valamint ismét Osvay Károlyt választotta elnöké. Dinnyés András alelnök lett.

1998 őszén a PSAT elnöke, Osvay Károly szervezésében Szeged (JATE, SZAB) adott otthont a háromnapos PSAK IV-nek, amely bőséges és sikeres bemutatkozási fórumnak bizonyult minden résztvevő számára. A már hagyományos közgyűlés lényegében nem módosította társaságunk szervezetét, amely időközben tanúságot tett működőképeségéről, csupán az ÜT-t alakította át kissé: Osvay Károly után Balogh Juditot választotta meg a társaság elnökévé, míg Osvay alelnök lett. 1998-ban egy dologban lényegesen módosult az alapszabályunk: a közhasznú működésre tekintettel határoztunk arról (ez jogszabályi kötelezettség), hogy a PSAT ezentúl évente tart közgyűlést.

2000 őszén Sopronban (NYME) újabb sikeres konferenciát rendeztünk csaknem 70 résztvevővel, amelynek főszervezője az ÜT egyik tagja, Jánoska Ferenc volt. A közéleti

jellegű beszélgetés témája ezúttal a kutatás finanszírozása volt. Vendégeink többek között az OM részéről Pálincás József akkori államtitkár, Kiss Ádám felsőoktatásért felelős helyettes államtitkár, Rudan Ferenc főosztályvezető (EU 5. keretprogram), továbbá az OTKA és a TEMPUS Közalapítvány képviselői voltak.

**II.** 1994-ben a PSAT aktívan fejlődni kezdett. Hatékony működésének főbb állomásai, *eredményei:*

- A társaság – képviselői által – bekapcsolódott (és azóta is tevékenyen részt vesz) mindazoknak az országos fórumoknak a munkájában, amelyeknek meghatározó befolyásuk van a fiatal oktatók, kutatók, doktoranduszok, habilitánsok, röviden a fiatal tudományos értelmiség sorsának alakításában. Így részt veszünk az OTDT munkájában, amely (az OTDT elnöke, Szendrő Péter professzor mellett nem kis részben Osvay Károly és a mindenkori ÚT munkájának eredményeképpen) 1998/99-re lényegében lefedte az évtizedeken át jó száddal, de csupán „szokásjogi alapon” történt megmérettetés (OTDK) és díj-odaítélés (döntés) korrektséget, tisztaságát és átláthatóságát. A PSAT tagjai aktívan részt vesznek az OTDT különböző szakmai bizottságainak munkájában is.

- A PSAT képviselője tanácskozási jogú tagja lett az Országos Doktori és Habilitációs Tanácsnak (ODHT), a hazai doktorképzés rendjéért felelős szervezetnek, valamint az etikai ügyekben döntő fórumként létrejött ODHT Etikai Bizottságának, amely a doktori és habilitációs cselekmények során bekövetkezett sérelmek orvoslására, az ilyen jellegű vitákban (visszaélések, szabálytalanságok, stb.) való döntésre hivatott.

- Együttműködési megállapodás jött létre a Doktoranduszok Országos Szövetsége (DOSZ) és a PSAT között, majd 1998-ban a PSAT tagjait a DOSZ *elismert tagjaivá* nyil-

vánította, ezzel is hangsúlyozva céljaink részbeni közösségét és erőink egyesítését a hatékonyabb fellépés érdekében. A PSAT részt vett az MKM posztdoktori rendszerének kialakításában és – a DOSZ-szal együtt – a nappali tagozatos, állami ösztöndíjas doktoranduszok jelenlegi, a korábnál jóval kedvezőbb ösztöndíj-helyzetének kialakításában. A PSAT tagjai kivették a részüket a DOSZ *Tavaszi Szél* nevű rendezvényének szervezéséből, vezetéséből is.

- A PSAT akkori vezetése 1994 és 1996 között tárgyalásokat folytatott a Honvédelmi Minisztériummal a PSAT-tag férfiak sorkatonaságának kérdéséről. Az elért eredmény (azaz a PSAT-tagoknak – kérvény alapján – adható szolgálat*halasztás*) a jelenlegi helyzetben (NATO-tagság) valószínűleg vagy tovább bővíthető, vagy a probléma mindentől megszűnik (hivatásos hadsereg).

- A PSAT-nak képviselője van a *Pro Scientia Alapítvány* kuratóriumában. Több aranyérmes tagtársunk a *Pro Renovanda Alapítványok* szakkuratóriumainak tagja.

- Társaságunkat 1998 februárjában „vendégül látta” a *Professzorok Batthyány Köre* (PBK), a találkozáson a magyar tudomány és felsőoktatás megújítása, az oktatás, a tudományfinanszírozás és a tudománypolitika került napirendre. Az előadások *Befutás vagy kifutás? – Pro Scientia Aranyérmes fiatalok a kutatói karrier lehetőségéről* címmel hangzottak el és jelentek meg nyomtatásban is.

- Az 1999 nyarán Magyarországon megrendezett *International Forum of Young Scientists* szakmai részének szervezésében illetve magán a konferencián meghívottként számos PSAT-tag vett részt.

- Az 1998-as „PBK-vendégeskedés” 2000. szeptember 30-án Kecskeméten, a *Tehetség gondozás 2000* címmel megrendezett konferencián folytatódott. Az ott készült anyag hozzáférhető (és olvasható) nyomtatott formában is (Gondolatok Tára).

A PSAT e tevékenységei természetesen tovább folynak. A szakmai szervezetekben a PSAT – a korábbi képviselők munkájának érdeméért – elismert tényezővé vált, szavunkat figyelembe veszik, véleményünket kikérik a különböző fórumokon. Ezt a jövőben is folytatni, ahol és amennyiben lehet, erősíteni kell. AZ OTDK rangját, színvonalát és megbecsültségét, az Aranyérem tekintélyét megvédeni és megerősíteni (természetesen másokkal együtt) elsősorban a mi feladatunk. Tervezzük a kreditrendszer bevezetésével és a doktori képzéssel és fokozatszerzéssel kapcsolatos jogszabályi változtatásokban való további közreműködést, valamint egy felmérést arról, hogyan is alakul az Aranyérmesek közösségének sorsa: milyen arányban maradnak tanszékeken, lesznek/lettek/voltak doktoranduszok, maradnak a kutatásban, publikálnak – vagy éppen mennek ki soraikból fiatal kutatók a gyakorlatba, és válnak el (vagy távolodnak) a tudománytól, stb.

III. Ennek az évnek jeles vállalkozásai közé tartozik az UNESCO által támogatott együttműködés előkészítése és ebben a PSAT aktív részvétele. Egyéb tervezett programjaink mellett 2002 őszén (terveink szerint november 7-9. között) újabb, immár a VI. tudományos konferencia elé nézünk. A konferencia szervezetünk életében már hagyományosnak mondható (lásd fentebb a felsorolást). Sokan számítanak rá, jelenlétükkel, előadásukkal tisztelik meg. Ez a PSAT legfőbb rendezvénye, amelyen minden tag számára adott a megjelenési, megmutatkozási és megnyilatkozási lehetőség.

A PSAKonferenciák hagyományosan az alábbi célokat tűzik maguk elé:

#### *1. Szakmai nyilvánosság*

Lehetőséget ad arra, hogy a fiatal és máris figyelemre méltó hazai és nemzetközi eredményeket elért tudósgeneráció legjobbjai, azaz a PSA-érmesek a tudományterületük

prominensei, akadémikusai által elnökölt szekciókban ismertessék tudományos eredményeiket, illetve kutatási elképzeléseiket. A PSA konferencia súlyát, jelentőségét növeli, hogy az elhangzott előadások magyar változatát és idegen nyelvű kivonatát önálló kötetben, konferencia-kiadványban megjelentjük.

#### *2. Interdiszciplinaritás*

A konferencia egyedülálló alkalom arra, hogy a különböző tudományterületek jelenlévő képviselői valódi interdiszciplináris eszmecsere folytassanak.

#### *3. Tudományos közéleti fórum*

Az eddigi hagyományoknak megfelelően a konferencia keretében egy kerekasztal-beszélgetésre is sor kerül, amelyen a fiatal tudósokkal (az érmesekkel) egy asztalhoz ülő szekcióelnökök valamint felsőoktatási és kutatóintézeti vezetők, a kormányzat, a hazai tudományfinanszírozási és tudománypolitikai szervezetek magas szintű képviselői – éppen az aktuális szervezői elképzelések és jelzett igények szerint – a konferencia plénumának általában parázs hangulatú kérdései, észrevételei alapján együtt vitatják meg a hazai tudományos utánpótlás, az elitképzés és a tudományos kutatás aktuális kérdéseit.

Az idei konferenciának Miskolc városa és ennek aranyérmesei adnak otthont (terveink szerint a Miskolci Egyetemmel és az MTA Miskolci Területi Bizottságával együttműködve), a Tudomány Napjához kapcsolódó rendezvények sorában. A konferencián – a hagyományos három szekcióban valamint poszterrel – idén is 40-50 fiatal kutató tudományos előadására számítunk. A konferencia nyitott, arra minden tudományág és –szak művelőit, képviselőit szeretettel várja a Pro Scientia Aranyérmesek Társasága.

*Dr. Balogh Judit  
az Ügyvivő Testület elnöke, Debreceni  
Egyetem JÁTI Jogtörténeti Tanszék  
judit@smart.dote.hu*

## A BOLYAI MŰHELYRŐL

*Dr. Somody Imre kuratóriumi elnök  
gondolatai – 2002. január*

2000 tavaszán, a Bolyai-díj első átadási ünnepségén ugyanannyi tehetséges diák vett részt az ünnepi alkalmon, mint ahányan a magyar közéletet, illetve a magyar tudományos életet képviselték. A televízió közvetítése és a sajtó tudósításai jóvoltából nagyon sokakat fogott meg a Bolyai-díj üzenete: a tudományos élet fejlődését – lehetőségeinkhez mérten – mindannyiunknak támogatni kell.

Az ünnepség élménye arra ösztönözt bennünket, hogy keressük és találjuk meg a módját, hogyan segíthetnénk a diáknemzedék legjobbjainak önmaguk tehetségének kiteljesítésében. A diákokkal folytatott beszélgetésekben körvonalazódott az az elképzelés, hogy jó lenne egy *szellemi műhely* létrehozni. Egy olyan műhelyt, amely segíti a *jövendő ifjú tudósokat, hogy – a szakmai elismerésre való törekvés mellett – többoldalú, együttműködni képes, a művészeteket ismerő, társadalmi felelősséggel gondolkodó és cselekvő emberré képezhessék magukat.*

Régi tapasztalat, hogy a nagy teljesítményeket létrehozó, világhírű tudósok érzékenyen kötődtek az eleven élethez, és a művészeti élet nagy alkotásaihoz is. Az élettapasztalat, a tudományos és a művészi alkotás kölcsönhatása segítette az értékeremtés folyamatát, időtállóvá, hitelessé tette műveiket.

Ez a közös gondolkodás erősítette meggyőződésünket abban, hogy egy olyan műhelyt kell létrehoznunk, ahol *az élet, az ember, az értékek és a minőség tisztelete* a legfontosabb közös nevező; ahol találkozhatunk az emberiség nagyszerű alkotásaival; ahol mi,

az idősebb generáció képviselői és a diákok együtt beszélgethetünk a művek tükrében életünkről. Műhely, amely *nyitott a diáknemzedék legjobb képviselői előtt*, akik közül reményeink szerint egyre többen bekapcsolódnak a szellemi alkotó tevékenység és a társadalmi aktivitás előszobáját jelentő munkánkba.

Az előkészítés során világosan kirajzolódt, hogy a Bolyai Műhely legfontosabb feladata a *tehetségek gondozása*. Segíteni szeretnénk a fiataloknak abban, hogy felismerjék saját tehetségük természetét, és a legigényesebben kiműveljék azt. A műhely tanítóinak ezt a végeredményben önművelő tevékenységet kell segíteniük.

*A Bolyai Műhely hivatása a fiatal magyar nemzedék legtehetségesebb tagjait segíteni, hogy közös munkában tárják fel egyéni tehetségüket, emeljék erkölcsi normáikat, fejlesszék szellemi értékeiket és mélyítsék el a minőség iránti elkötelezettségüket. Továbbá erősítsék alkotó- és kommunikációs készségüket, nyelvi kultúrájukat, és így a 21. században hazánk országépítő egyéniségévé válhassanak.*

A Bolyai-díj első díjazottja, dr. Freund Tamás hangsúlyozta: az emberiség egyik legnagyobb problémája, hogy felborult az évezredekben keresztül fennálló viszony az ember belső világa és a külvilágból hozzá eljutó információk között. Korunkban a külső információ vált dominánssá. Az egyensúly helyreállítása komoly feladatokat ró mindannyiunkra, hiszen belső világunk alapozza meg erkölcsünket, kreativitásunkat, érzelmeinket.

A Bolyai Műhely Alapítvány lehetőségeket akar teremteni a világról alkotott képünk és gondolkodásunk igényes fejlesztéséhez. ...

Hiszem, hogy a közös szellemi munka hazánk sorsa szempontjából elsődrendű fontosságú. Hiszem, hogy Bolyai János és a magyar tudósok művei csak akkor tudják teljesíteni küldetésüket, ha *minden nemzedék megtalálja és felkészíti a kor kihívásaira tehetségeit*, akik képesek az elkezdett munkát új alkotásokkal és a társadalmat előrevivő tettekkel folytatni. Meg kell értenünk, hogy tudásunk és teljesítményünk minősége meghatározza, mennyire leszünk képesek megoldani gondjainkat.

### *Bolyai Műhely Alapítvány*

A Bolyai Műhely Alapítványt a Bolyai-díj Alapítvány hozta létre 2001 májusában. Az alapítvány közhasznú szervezet.

Tevékenységünk három fő területre koncentrálódik. Ezek:

1. Az Önképző Műhely keretén belül folytatott kislétszámú, intenzív csoportfoglalkozások. Céljuk annak megtapasztalása, miként tudnak ezek a nagy tudású, de különböző indíttatással és tapasztalattal rendelkező fiatalok általános emberi értékekről egymással párbeszédet folytatni.

2. A Bolyai Műhely tagságát 2002 végén mintegy 1500 diák alkotja majd. Intranetes adatbázisukat 2002 őszéig építjük ki. A tagok számára – főként az Önképző Műhely munkájára alapozva – olyan audiovizuális anyagokat állítunk össze, amelyek segítségével egyénileg is végezhetik munkájukat.

3. Az Intranet adta lehetőségeket a tudáshozzáféréseken és a képzésen túl arra kívánjuk felhasználni, hogy a kiváló, de szakcélok mentén élő nemzedék közös, nemzetet érintő témákban elkezdjen egymással önállóan is párbeszédet folytatni.

Alapítványunk céljának megvalósításához széles bázisra van szükség. A Kuratórium a Proqrambizottság támogatásával úgy döntött, hogy ennek elérése céljából létrehoz egy olyan Intranet-rendszert, amely magában foglalja hazánk 1500 legtehetségesebb 25 év

alatti fiatalját. Az OKTV-k legkiválóbbjai (kb. 700 diák) alanyi jogon lesznek tagjai a rendszernek. Megközelítően 100 diákat a Műhely tagjai és tanítói ajánlanak. Az Alapítvány Kuratóriumának döntése alapján 700 diákat pedig az ország kiemelkedő középiskolái, egyetemei és főiskolái javasolnak. Az adatbázis kiépítése folyamatban van. Terveink szerint 2002 nyarán lehetővé válik az Intranet rendszer tesztelése, majd használatba vétele a 2002/2003. tanév elején.

### *A Bolyai Műhely Alapítvány főbb szervezeti egységei és azok tagjai:*

A KURATÓRIUM: DR. SOMODY IMRE, a Kuratórium elnöke, Bolyai-díj alapítója, közgazdász, üzletember; DR. BEREZCKY LORÁND művészettörténész, a Magyar Nemzeti Galéria főigazgatója; BRODY, ALEXANDER nemzetközileg elismert reklámszakember és író; DR. FREUND TAMÁS akadémikus, agykutató, a *Bolyai-díj 2000* díjazottja; DR. ROSKA TAMÁS akadémikus, informatikus, a *Bolyai-díj 2002* díjazottja.

A PROGRAMBIZOTTSÁG: DR. VARSZEGI ASZTRIK püspök, pannonhalmi főapát, a Bizottság elnöke; DR. PÁRDANYI MIKLÓSNÉ tanár, Szent Margit Gimnázium, a Bizottság titkára; BENYHE ISTVÁN tanár, szakközgazdász, az Egészségügyi Minisztérium politikai államtitkára; BRODY, ALEXANDER nemzetközileg elismert reklámszakember, író; DR. CSÁNYI VILMOS akadémikus, etológus, egyetemi tanár; DR. SÁNDOR PÉTER egyetemi tanár, a SE Élettani Intézetének igazgatóhelyettese.

A BOLYAI MŰHELY TANÁRAI: KÖHALMI FERENC filmkritikus, filmesztéta, az Önképző Műhely koordinátora; DR. BORBÉLY SÁNDOR főisk. tanár, író, irodalomtörténész; DR. MANDICS GYÖRGY matematikus, író, esszéíró.

*Bolyai Műhely Alapítvány • Kún Éva ügyvezető •  
Postai cím: 1364 Budapest, Pf.: 239. • Tel: 266 8378;  
Fax: 266 5390 E-mail: bolyaimuhely@axelero.hu  
www.bolyaimuhely.hu*

# KUTATÁSI LEHETŐSÉGEK KÖZÉPISKOLÁSOKNAK

## *A kezdeményezés ismertetése*

1995-ben olyan rendhagyó kezdeményezés indult útjára, amely kiemelkedően tehetséges középiskolás diákok számára hazai és külföldi kutatóhelyeken ad kutatási lehetőségeket (Csermely P. és mtsai., 1997). Vannak mentoraink Ausztriában, Ausztráliában, Jugoszláviában, Kanadában, Romániában és az USA-ban is. Az érdeklődő diákok Magyarország egyetemén hazánk tudományos életének kiemelkedő személyiségeivel együtt végezhetnek kutatómunkát. A diák és mentora között általában nem csak munkahelyi, hanem személyes jó barátság is kialakul. A tehetséges diákok és a kutatásban segítő tanáraik, mentorai egymásra találását egy olyan könyv segíti, amely a mentorok listáját tartalmazza. Már az első, 1996-os mentorlista is közel háromszáz tudományos műhelyt sorolt fel, amelyek száma a 2002-re napvilágot látott hatodik, bővített kiadásban csaknem százra növekedett. A tehetséges középiskolásokat összesen 2700 kutatási témában, 37 magyar városban működő kutatóhelyen várják. A mentornak jelentkezők között a Nobel-díjas *Oláh György*, a Magyar Tudományos Akadémia további 75 tagja, alkotmánybíró, és a különböző szakterületek kiemelkedő professzorai akadnak. A kezdeményezés védnökségét *Mádl Ferenc* köztársasági elnök, valamint *Pálinkás József* oktatási miniszter vállalta el. A mentorok listáját tartalmazó füzetet minden év elején az *összes* hazai és környező országbeli magyar középiskola igazgatója megkapja, és mintegy ezer

tehetséges diákhoz személyesen is eljut. A diákok kiválasztásának alapelve, hogy a mentorlista olyan diákok kezébe kerüljön, akik már valahol bizonyítottak, vagy akikre a környezetük felfigyelt. Jelenleg több mint 3500 itthoni és környező országbeli magyar diák kutat különböző kutatóhelyeken és középiskolai diákkörökben. Büszkék vagyunk arra, hogy a kezdeményezésünk a tehetséggondozás mellett az esélyegyenlőség növeléséhez is hozzájárul: a diákok többsége kis falvakban (23%), illetve kisvárosokban (31%) él, több mint ötszáz diák pedig Erdélyből, a Felvidékről, illetve a Vajdaságból kapcsolódott be a hazai kutatásokba.



## *Kutató Diákok Országos Szövetsége*

Az előbb röviden ismertetett kezdeményezés csak a középiskolásokra és az elsőéves főiskolai/egyetemi hallgatókra vonatkozik. Az ebből „kiöregedett” hallgatók számára, akik szeretnék tartani a kapcsolatot a mozgalommal, barátaikkal, mentoraikkal, a segítő pedagógusokkal és a középiskolai tudományos diákkörökkel, 1999-ben megalakult a *Kutató Diákok Országos Szövetsége* (Csermely P., 1999). Az egyesületnek sok száz rendes és még több pártoló tagja van. Nemrég kértük felvételünket a *Magyar Ifjúsági Konferencia* tagjai közé, hogy ezzel is bővítsük nemzetközi kapcsolatainkat. A szövet-

ség elnöke *Friedländer Elza* (DE ÁOK), alelnökei: *Ábermann Gábor* (BME, vegyész-mérnöki Kar) és *Földesi György* (ELTE TTK, biológus szak).



### Középkolász tudományos diákköri konferenciák

1997 márciusában rendeztük meg a kutató diákok első országos konferenciáját Kecskeméten (Botond G. és mtsai., 1997), amelyet 1998-tól minden év nyarán egyhetes káptalanfüredi tábor követett (Csermely P. és mtsai., 2000). A konferenciákra eljött 40-80 kutató diák közül húszan-nyolcvanen számoltak be tudományos eredményeikről. Az előadások (poszterek) között szigorú szakmai mércével mérve is akadtak igen színvonalasak, de ennél sokkal többet mondott az a lelkesedés és témaszeretet, amely kivétel nélkül mindegyik előadást (és előadót) jellemezte. A 2001-es – ötödik – konferenciát egyhetes tábor keretében Káptalanfüreden rendeztük meg (Csermely P. és mtsai., 2002). Ettől az évtől bevezettük, hogy a táborba csak a már valamilyen konferencián/versenyen kutatómunkájukkal díjat nyert középkolászok jöhetnek el. A konferencián több mint hatvanan vettek részt (nyolcan Erdélyből), az egyik fő esemény volt, hogy a diákok egy órán át beszélgethettek *Pálinkás József* oktatási miniszterrel, aki hivatalba lépésének első napján látogatott meg bennünket. A táborunkat megtisztelték a tudományos élet kiválóságai: *Vizi E. Szilveszter*, a Magyar Tudományos Akadémia alelnöke, *Lipták András*, az Országos Tudományos Kutatási Alap (OTKA) elnöke, valamint *Fekete Gábor*, *Somlyódi László* és *Roska Tamás* akadémikusok; akik bemutatkozásuk

után hosszú – néha egész délután tartó – beszélgetésbe merültek a középkolász táborlakókkal. (Azóta Roska Tamás Bolyai-, Somlyódi László pedig Széchenyi-díjat kapott.) Igen érdekes előadás hangzott el *Martin Archertől* Róma régészetének, és *Boros Ottiliától* a tehetség felismerésének és elviselésének témaköreiben. Bemutatkozott a Kutató Diákok Országos Szövetségének néhány támogatója is: a Bérés Alapítvány (*ifj. Bérés József* és *Bérés Klára*), a Magyar Innovációs Szövetség (*Pakucs János*, elnök), a Magyar Szabadalmi Hivatal (*Gács János*), a Magyar Tehetséggondozó Társaság (*Martin-kó József*, titkár) és a Richter Gedeon Rt. (*Paróczai Margit* és *Szombathelyi Zsolt igazgatók*). Volt éjjeli akadályverseny, hajnalig tartó vita az *Amadeus* és a *Kutya éji dala* című filmekről *Korcsmáros Tamás*, *Visnovitz Tamás* és *Ropolyi László* vezetésével, valamint párismereti totó a tábori királyi/királynői címért, és persze tábornévtűz is. Valamint kiosztottuk a KIKUZE (Kiváló Kutató Zenész) címet. Rendeztünk még művészeti versenyt: rajz, vers, novella és kézimunka „témakörökben” indultak diákjaink. A konferencia résztvevői egyben zsűritagok is voltak. Pontozásuk alapján a legjobb poszttert *Korcsmár Péter* (a 2001. évi Ifjúsági Bolyai-díjas) mutatta be. Ezüstérmes lett *Pató Bálint* (aki azóta az összeurópai Tudományos és Innovációs Versenyen is II. díjat kapott, és egyben meghívták a 2001. évi Nobel-díjak átadására is), a harmadik helyet pedig *Amrein Krisztina* és *Tomor Katalin* poszttere szerezte meg. A konferencia utolsó napján megtartottuk a Szövetség éves közgyűlését, amelyen a jelenlévők titkos szavazással megválasztották a háromfős elnökség tagjait. Ők: *Pató Bálint* (pato@puskin.sote.hu) elnök; *Borsodi Zoltán* (zolitm@hotmail.com) alelnök; és *Korcsmáros Tamás* (korcsmaros@hotmail.com) alelnök. *Fülöp Lórándot* (flogika@yahoo.com) erdélyi diákképviselőnek kértük fel.



2000 óta kerül sor a kutató diákok legnagyobb éves seregszemléjére, a középiskolai Tudományos Diákkörök Országos Konferenciájára (TUDOK), amelynek eddigi két rendezvényén egyenként több mint 100 előadással százhatvanen vettek részt. A résztvevők közül hetvenen jöttek Erdélyből, a Felvidékről és a Vajdaságból. A szakmai zsűri értékelése alapján harmincan kerültek be az egyetemi diákkörök országos konferenciáinak (OTDK) junior tagozataiba, ahol 2001-ben 15-en nyertek I. díjat. 2002-től a TUDOK-ra csak a regionális konferenciákon már díjazott diákok juthatnak el. Ebben az évben a budapesti Fazekas Mihály Gimnáziumban, Győrben, Szegeden és Marosvásárhelyen rendeztünk regionális konferenciákat.

2002-ben a Kutató Diákok VI. Országos Konferenciáján kerül először sor arra, hogy a TUDOK nagydíjasai, a Magyar Innovációs Szövetség pályázata és más kutató diákszemélyek nyertesei angol nyelvű előadásokkal összemérhessék felkészültségüket, és kiderüljön, ki lesz az a diák, aki abban az évben a világ legjobb 25 középiskolás kutató diákjának egyikeként eljut a Nobel-díj átadására.

#### *Külkapcsolatok*

A kutatásban jó eredményeket elérő diákok kiemelkedő eredménnyel vettek részt ír, izraeli és német tehetséggondozó táborokban. A kezdeményezést az 1998-as oxfordi és a 2000-es debreceni tehetséggondozó konferencián nemzetközi összehasonlításban is egyedülállóan sikeresnek minősítették. Tevékenységünk elismeréseként a NATO és az UNESCO 2002-ben a kezdeményezést vezető *Csermely Péter* és a Nobel-díjas *Leon Lederman* vezetésével hazánkban rendezte meg a kutató diákokról szóló nemzetközi konferenciáját, amelynek védnöke az EU tudományos minisztere, *Phillipe Busquin* volt. 2001 őszén Washingtonban hetven amerikai tehetséggondozó program-

nak mutattuk be munkánkat; a Cold Spring Harbor Laboratory-val, a National Institute of Health-szel (NIH), a Johns Hopkins Egyetemmel valamint a Rockefeller Egyetemmel együttműködési megállapodást készítünk elő. Ennek keretében 2002 nyarán *Mészáros Lívia*, a TUDOK 2001 egyik nagydíjasja két-hónapos tanulmányútra utazhat az NIH-be. Beléptünk az Ashoka Internationalba is, az indiai és a dél-amerikai programokkal kezdtük meg az együttműködést. Kiderült, hogy a magyar program már jelenlegi formájában is nagyobb, mint az USA-ban működő hasonló programok bármelyike.



#### *A Kutató Diákokért Alapítvány*

A kezdeményezés munkáját 1999-től egy közhasznú alapítvány, a *Kutató Diákokért Alapítvány* is segíti (Csermely P. és mtsai., 2000). Mivel a résztvevők számára minden program ingyenes, az alapítvány elsődleges feladata ennek finanszírozása. A kuratórium (*Botond Gergő, Csermely Péter, Friedländer Elza, Madarász Emília, Staar Gyula*) 2002-es munkaprogramjában az eddigiekben említett mentorlista és két országos konferencia megrendezése foglalja el a legfőbb helyet. Ezek mellett az alapítvány fontos dolga még iskolai diákkörök megalakulásának és működésének segítésére, regionális konferenciák rendezésére a kiírt pályázatok meghirdetése, a kutató középiskolások (különösen a határon túli iskolákból érkezők) segítése és a legjobbak külföldi tehetséggondozó táborokba való eljuttatása. (Idén *Rovó Petra* Németországba, *Huszenicza Zsuzsa* és *Nikowitz Krisztina* Izraelbe, *Toldi Gergely* pedig Írországba utazott.) 2002-től Pálinkás József oktatási miniszter céltámogatásával az

Alapítvány munkáját egyszemélyes iroda is segíti.

A Kutató Diákokért Alapítvány 1999-től minden évben pályázatot írt ki az iskolai tudományos diákkörök megalakulásának segítésére. A pályázatokra eddig több mint kétszáz diákkör alakult meg az ország középiskoláiban, Erdélyben, a Felvidéken és a Vajdaságban. A kezdeményezés egyik új fejleményeként *Falus András* akadémikus, *Mandl József* egyetemi tanár és *Pléh Csaba* akadémikus kezdeményezésére egyre-másra alakulnak meg az egyetemekhez, kutatóintézetekhez kötődő középiskolai tudományos diákkörök. Nagyon örülnénk annak, ha a Magyar Tudomány olvasói közül potenciális, vagy akár jelenlegi mentoraink elgondolkodnának azon, látnak-e lehetőséget egy ilyen diákkör megalakítására kutatóhelyükön. Amennyiben további információkat kérnek a már működő diákkörökről, ezt a [csermely@puskin.sote.hu](mailto:csermely@puskin.sote.hu) e-mail címre írva érthetik el.

1999 novemberében *Tehetségsegítés 99* címen rendeztük meg a tudományos kutatómunkában résztvevő diákokat ajánló középiskolai tanárok konferenciáját (Csermely P., 1999). Anyagi lehetőségeink bővülésével 2002-től a középiskolai kutató tanárokat is határozottabban tudjuk segíteni. Tanári kutatói díj alapításával, tanár–diák kutatópárok ösztönzésével, a *Kutató Tanárok Egyesületének* megalakításával, virtuális nemzetközi csapatok megalakításával, a tananyagfejlesztéshez való hozzájárulással szeretnénk segíteni kutató tanáraink munkáját. Kérjük, ha olvasóink

közül valakinek ehhez az új, most formálódó programhoz további ötletei lennének, jelezze.

2002-ben először nyílt lehetőség arra, hogy támogatóink személyi jövedelemadójuk 1 %-át a Kutató Diákokért Alapítványnak is felajánlhatták. Aki legközelebb úgy dönt, hogy az SZJA 1 %-ával megtisztel minket, írja az alapítvány adószámát – 18235331-1-01 – az adónyomtatvány megfelelő rubrikájába. Az adományokat előre is köszönjük, a bizalmat igyekszünk a középiskolai TDK munka nehezét elvégző pedagógus kollégáinkat jobban segítő tevékenységgel megszolgálni.

Az alapítvány és a mozgalom munkájáról, valamint még sok más lehetőségről részletes és naprakész információ található a kezdeményezés honlapján, a <http://kutdiak.hu> címen. Az érdeklődő középiskolások, pedagógusok, illetve leendő mentortársaink ezen a honlapon, illetve a diákelnökség fenti e-mail címein kereshetnek meg bennünket.

Borsodi Zoltán

diák-alelnök (Jurisich Miklós Gimnázium, Kőszeg), [zolitm@hotmail.com](mailto:zolitm@hotmail.com)

Csermely Péter

a biológiatud. doktora, egyetemi tanár (Semmelweis Egyetem), [csermely@puskin.sote.hu](mailto:csermely@puskin.sote.hu)

Korcsmáros Tamás

diák-alelnök (Kürt Gimnázium, Budapest), [korcsmaros@hotmail.com](mailto:korcsmaros@hotmail.com)

Pató Bálint

diákelnök (Ciszterci Szt István Gimnázium, Székesfehérvár), [pato@puskin.sote.hu](mailto:pato@puskin.sote.hu)

## IRODALOM

Botond G., Böde Cs. Csermely, P. és Szöllösi A.: Középiskolás Kutatók I. Országos Konferenciája. *Természet Világa*, 1997, 128, CV-CVI.

Csermely P.: Scientific Research Training for Gifted Children in Hungary. *The Biochemist*, 1999, June, 21:28-30.

Csermely P., Koltai É. és Kovács Á.: Középiskolás kutatók. *Magyar Tudomány*, 1997, 104, 841-845

Csermely P., Halász G., Jenei G., Máthé J., Mikló L., Solymári D., Szekeres Á., és Tamás G. Research Training between 14 and 18 in Hungary. *Biochem. Education*, 2000, 28, 132-133.

Csermely P., Amrein K., Borsodi Z., Korcsmár P., Korcsmáros T., Pató B. és Tomor K.: Középiskolás Kutatók V. Országos Konferenciája. *Természet Világa*, 2002, 133, IX-XI.

# Megemlékezés

## THOMAS A. SEBEOK

Budapest, 1920. november 9. –  
Bloomington (Indiana/USA) 2001.  
december 21.

Elhunyt a modern szemiotika magyar megteremtője.

A modern jeltudomány (szemiotika) az 1960-as évek végére szerveződött önálló tudománnyá. 1962. május 17. és 19. között szervezte Bloomingtonban Sebök professzor azt a konferenciát, amelynek zárónapján a régi/új elnevezést: *semiotics* mintegy elfogadták. Sebök kezdte 1964-ben, *Approaches to Semiotics* címmel egy későbbi könyvsorozat megjelentetését. Amikor 1969-ben megalakult a ma is működő nemzetközi szemiotikai társaság (IASS), ennek nemcsak a vezetőségében foglalt helyet, hanem ő lett az új tudományág reprezentatív folyóiratának (*Semiotica*) főszerkesztője is. E tisztet haláláig betöltötte, több mint 130 kötetben (!) jelent meg itt mindaz, ami új, fontos volt a nemzetközi szemiotika számára. Számtalan tudománytörténeti áttekintés, konferencia, kiadványsorozat kezdeményezője, szerkesztője, támogatója volt. Ezek száma nem is százal, inkább százakkal mérhető. Többek között ő kezdeményezte az első (és mindmáig messze legjobb) nemzetközi szemiotikai lexikont: *Encyclopedic Dictionary of Semiotics* (először 1986, azóta új kiadásokban is).

Rendkívül termékeny szerző volt, sok száz kiváló, olykor könyv-méretű tanulmányt írt, ezek később gyűjteményes kötetekben láttak napvilágot, nemcsak angolul, hanem

németül, olaszul, franciául és még sok más nyelven is. Műveinek (nem teljes és nem is pontos) jegyzéke, amely voltaképpen 1994-gyel zárul, ezernél jóval több publikációját jegyzi.

Biológusnak készült, ám a chicagói egyetemen már az általános nyelvtudomány érdekelte. A második világháború végén finnugrista volt, majd alkalmazott nyelvészeti érdeklődése dominált. Ekkor már kiváló ismerője volt a strukturalista nyelvtudománynak, a pszicholingvisztikának és viselkedéstudománynak is. Már 1943-tól a bloomingtoni egyetemen dolgozott, előbb mint finnugrista és általános nyelvész (ám a folklorisztikai és néprajzi intézeteknek is professzoraként), később egyre inkább az általa létrehozott szemiotikai intézet vezetőjeként. Hivatalosan 1991-ben hagyta abba a tanítást, ám nemzetközi konferenciákon, szemiotikai egyetemeken továbbra is tevékenykedett.

Noha igen fiatalon hagyta el Magyarországot (előbb Angliába ment tanulni, majd 1937-től az Egyesült Államokban élt), soha sem szakadtak meg itteni kapcsolatai. Velünk természetesen mindig magyarul beszélt, előadásait is így tartotta (ezek rögtönzésnek hatottak, ám igazán gondosan, mondatról-mondatra végig voltak komponálva), ám arra nem lehetett rávenni a kiváló angol stílusztát, hogy magyarul írjon tudományos dolgozatokat. A II. világháború után, még mint csere-misz-kutató, Budapestre jött, ahol Beke Ödön könyvtárát és feljegyzéseit tanulmányozta. 1956 őszén Bécsben volt, a magyar menekülők Amerikába juttatását segítő bizottságban dolgozott. Ezért is csodálom bátorságát, hogy már az 1960-as évek elejé-

től rendszeresen járt itthon, konferenciákon adott elő, rendezvényeken vett részt. Megjelentek publikációi is. E téren mégis szégyenkezhetünk: legalább háromszor állítottam össze magyar nyelven kiadandó tanulmánygyűjteményének anyagát, ám könyv ebből sosem lett; gondolom, mások hanyagsága következtében. Csak 1983-ban *A művészet előzményei* című, voltaképpen az állatok „művészkedéséről” szóló kismonográfiája, és 1990-ben, a feleségével együtt írott „dektív-módszer szemiotika” kiskönyve: *Ismeri a módszeremet? Avagy a mesterdektív logikája* olvasható nálunk is. Ezenkívül persze tucatnyi tanulmány – ...? *szemiotika* címszavaként is. Most már viszont aligha odázható el tekintélyes tanulmányainak megjelentetése magyarul is.

Szerencsére egyéb elismerést tőlünk is megkapott. 1990-ben az Eötvös Loránd Tudományegyetem avatta díszdoktorává, 1993-ban pedig a Magyar Tudományos Akadémia választotta tiszteletbeli tagjává, éppen szemiotikai munkásságára hivatkozva. Akkor nem tudta, később azonban észrevette, hogy ki készítette mindkét ajánlást. Vékás Lajos meghívására többször is volt a *Collegium Budapest* vendége. Ekkor már olyan volt a számítógépes felszereltség, hogy innen is tudott otthoni munkáin dolgozni. Persze, azért konzultációk sorára is jutott ideje. Egyetemünkön főként az általános nyelvészet iránt érdeklődők hallgathatták. Legutóbb gyermekkori barátja, Szabolcsi Miklós akkori egyetemi szobájában tartotta ezeket. Egyéb-ként mi voltunk az elsők, akik díszdoktorrá avattuk, Akadémiánk az első, amely tagjává emelte. A hasonló nemzetközi elismerések később érkeztek.

Sokoldalú ember volt: egyik első kezdeményezője a számítógépek filológiai felhasználásának. Biztatására újult meg az uralisztika. Ő volt az, aki közzétette a strukturális folklorisztika klasszikus műveit. Az állatok „nyelve”, a nem-beszéd jellegű nyelvek kér-

dései évtizedekig érdekelték. Peirce és Morris jeleméletét kevesen ismerték nála jobban. Az evolúciós biológia és az információelmélet témáiból naprakész ismeretei voltak. Nagy (angol és klasszikus) irodalmi műveltsége volt, a művelődéstörténetből főként a kuriózumokat kedvelte. Szerette a jól hallgatható, tematikus zenét. Hihetetlen érzéke volt zseniális emberek felfedezéséhez. Noha igazán minden fontos szakmabelivel volt kapcsolata, igazán közeli barátságba csak kevesekkel jutott. Charles Morris és Jacques Maritain tanárai voltak. Roman Jakobson már barátja is lett. Ide sorolhatjuk Claude Lévi-Strausst, Lotz Jánost, Jurij Lotmant, Umberto Eco-t és a finn zenetudóst, Eero Tarastit.

A mi, itthoni szemiotikánk elválaszthatatlan személyétől. Negyven éven át pártolt, biztatott bennünket. Közölte írásainkat, a nemzetközi szemiotikai életben fontos pozíciókba juttatott. Soha sem tagadta, hogy ő magyar tudós, közülünk százakon ott segített a tudományos életben, ahol tudott. Az általa irányított munkákban mindig megfelelő helyen szerepel a magyar tudományosság (nemcsak a szemiotika). Fantasztikus adatokat ismert, a hazai madárhang-kutatóktól a lóidomítás nálunk teljesen ismeretlen szerzőiig. Ittjártakor nem sok nosztalgiaival emlegette gyermekkorát, viszont az aktuális tudományos eredményekről sok mindent tudott. Jellemző volt, amikor mindent latba vetett azért, hogy Csíkszentmihályi Mihály (akit ő csak szakemberként ismert) tagja legyen Akadémiánknak. Biológusaink közül többeket igazán nagyra tartott. (Gondolom, ezt észre is vették.) Nemzetközi fórumokon magam is sokszor voltam tanúja, amikor evidenciaként hivatkozott eredményeikre, úgy-hogy mindenki „szégyellhetné magát”, aki nem tudta ugyanezt.

Voltaképpen sokan és sokban adósai maradtunk. Magam csak azt említem itt (pedig többet is idézhetnék), hogy ő kérte, írjunk különszámnyi áttekintést a *Semiotica* szá-

mára a budapesti május elseje-kutatásról. A két veszprémi majom, Böbe és Misi rajzainak bemutatását is ő ígérte meg, noha tudta: a színes képek sokba kerülnek. A hét főbűn szemiotikájáról készült áttekintésből sem miatta maradt ki a magyar cikk. (Mások nyilván más adósságaikra emlékeznének.)

Azért néha jól vizsgáztunk. Sebeok 70. születésnapjának ünnepségeit itt, Budapesten kezdtük, ennek anyaga meg is jelent *Symbolicity* címmel (1993). A Magyar Szemiotikai Társaság alakuló közgyűlését úgy szerveztük, hogy azon részt vehessen. És noha késve jutott be a Ferihegyi-repülőtérrel; ott volt. Ő volt a mi első tiszteleti tagunk.

Haláláig töretlenül dolgozott. Racionális ember volt (Szentágothai Jánossal együtt tagja a „szkeptikusok” nemzetközi társaságának), őszintén beszélt biológiai és egészségügyi problémákról. A maga bajairól ritkán, noha ezeket sem tagadta. Ezért volt meglepő, hihetetlen, amikor 2000-ben bejelentette, hogy többé nem utazik tengerentúli rendezvényre. Igazában én sem hittem, hiszen

négyszemközt azt is hozzátette, amikor kéreltük: „talán Magyarország nincs is a tengeren túl”. Sajnos ez a visszatérés már nem következett be. Ősszel már tudta, hogy rövidebb utakra sem lesz ereje. Csendben, otthon hunyt el, csendben temették. A világ vezető újságaiban megjelent ez a hír, nálunk (éppen a karácsonyi hírdömping-hírszűnet miatt) egy helyen, pár szóval. A nemzetközi megemlékezések most zajlanak, hiszen világszerte ismerték. A maga kutatási területein, márpedig ilyen sok volt, mondjuk Róheim Géza vagy Lukács György mellett ő volt a világszerte legismertebb magyar társadalomtudós.

Most nem volt alkalmunk arra, hogy munkásságát méltassuk, akár csak kiemeljük a magyar vonatkozásokat. Ezekre akkor kell visszatérni, amikor külön üléseken emlékezünk e nagy-nagy tudósról, aki egész élete során a miénk is volt.

Voigt Vilmos

Voigt Vilmos, a néprajztud. doktora,  
tszv. egy. tanár (ELTE Folklore Tanszék)



## Könyvszemle

*Tanyi Attila:  
Piac és igazságosság?*

A modern társadalom a gazdasági rendszer-integráció és a szociális integráció szétválasztásának következtében olyan dilemmákkal kényyszerül szembenézi, amelyeket önmaga teremtett a maga számára. E dilemmák egy jelentős része a piactudomány által létrehozott gazdasági egyenlőtlenséggel és annak társadalmi hatásaival kapcsolatos. Tanyi Attilát e problémák késztették könyve megírására. Hogyan határozható meg a modern gazdaság feltételei mellett a társadalmi egyenlőség tartalma? Milyen intézmények teremthetik meg a társadalmi egyenlőséget? Igazolható-e elméletileg ilyen intézmények megalkotása? Összefér-e a piaci renddel a társadalmi egyenlőség? E gyakorlati és elméleti kérdéseket a szerző munkájában az angolszász analitikus morálfilozófia érvelésének fonalára fűzi fel. Nem titkolja, célja, hogy érveket nyerjen a piacot a társadalmi egyenlőség érdekében korlátozó, az állami szerepvállalást sem nélkülöző társadalompolitika mellett. Ezeket az érveket azonban nem gyakorlati alkalmazásuk, hanem morálfilozófiai megalapozhatóságuk szempontjából elemzi. A társadalmi egyenlőség problematikáját a módszertani individualizmus keretében vizsgálja, összevetve az egymásnak ellentmondó és egymással diskurzust folytató teóriákat. A könyv tengelyében Rawls nagyhatású igazságosság elmélete áll: a szerző egyrészt Rawls és Hayek elméletét hasonlítja össze, másrészt a rawlsi elemzések körüli vitákat, Rawls felfogásának lehetséges gyenge pontjait mutatja be. A két elmélet



összevetése nem könnyű feladat, hiszen Hayek és Rawls szemlélete a módszertani individualizmus akceptálásán túl nem sok közös elemet tartalmaz. Lényeges különbség a vizsgált szerzők között az, hogy Hayek a piactudomány leíró, evolucionista elméletét fejti ki, míg Rawls a morális konstruktivizmus alapjain normatív álláspontot fogalmaz meg. Tanyi Attila a következőképpen rekonstruálja és állítja szembe Hayeket Rawls-szal.

1. Hayek szerint nem magunk választjuk társadalmi viszonyainkat, a társadalom szereplői között nem morális elvek alapján, hanem az önérdék követése révén valósulhat meg önkéntes együttműködés a Törvények

uralma keretében. Rawls szerint ezzel szemben társadalmi viszonyainkat magunk fogadjuk el, ha olyan helyzetet teremtünk, mint ha magunk választottuk volna ezeket. Ezt teljesíti a morális megalapozás: ha képesek vagyunk olyan elveket alkotni, amelyeket mindenki elfogad, akkor az ezekre épített társadalom olyan lehetne, mintha egy hipotetikus kiinduló helyzetben az egyének a sok versengő társadalom közül maguk választották volna azt. Ily módon a társadalom az egyének önkéntes együttműködésének színterévé válik.

2. Hayek a piaci koordináció szabadsága mellett érvel. Szerinte a javaknak a piaci folyamatokból előálló elosztása morálisan nem bírálható, azt jóvá kell hagyni. A korrekció a piacot számolná fel, így nem illeszhető össze a piaccal. Rawls a piac korlátozása mellett érvel. Szerinte az igazságosság elvei által vezérelt háttérintézményeknek a morálisan önkényes elemeket kell eltüntetniük. Ez teszi lehetővé a kiinduló helyzet egyenlőségét (méltányos esélyegyenlőség elve) és a kimenetek méltányosságát (különbségelv). Ez az állapot összeilleszthető a piaccal, de a korlátozott piaccal. A piaci elosztást a morális egyenlőség alapján felül kell bírálni.

3. Hayek szerint a társadalmi igazságosság üres fogalom, az egyenlőség csak formális lehet. A társadalmi igazságosság szubstantív értelmezése az állami önkénynek nyit teret, ad felhatalmazást. A hayeki felfogás szerint a Törvény uralma jelöli ki az egyenlőség határait: a procedúrák univerzalizmusában ragadható meg az, ami közös az emberekben. A törvény uralmát ki kell egészíteni pozitív tartalommal: a morális egyenlőség elveivel. A procedúrák univerzalizmusán túl van valami, ami az embereket mint morális lényeket egyenlővé teszi. Ez a jó megalkotásának és az igazságérzetnek a képessége. Az egyén mint erkölcsi személy egyenlő tiszteletre és figyelemre érdemes, s egyik ember sem jogosult több erőforrásra a másiknál.

4. Hayek szerint ha az egyének elfogadják a piacot, akkor el kell fogadniuk a piac által előállított elosztást is. A piac személytelen, nem függ részérdekektől, s ugyanakkor a piac hatékony. A hatékonyság legitimálja a piacot a szereplők számára. Rawls szerint egy eljárás formalizmusa nem igazolhatja morálisan annak eredményét. Nem mondhatjuk, hogy a dolgok egy meghatározott állapota azért igazságos, mert méltányos eljárással juthatunk el hozzá. Így például, nem kell igazságosnak elfogadnunk egy szerezcséjáték, vagy éppen a piaci elosztás eredményét. A bizonytalanságot és méltánytalanságot kiküszöbölő társadalmi intézményrendszer bizonyos értékekből, morális elvekből vezethető le.

5. Hayek szerint a piaci társadalom nem igényli a társadalmi egyenlőségre vonatkozó morális elvekben való megegyezést a társadalmi integrációhoz, mert az integrációt a piaci rendszer már létrehozta a láthatatlan kéz segítségével, a Törvény uralmára támaszkodva. Rawls szerint tartalmat lehet adni az egyenlőség fogalmának. Ennek meghatározásához Rawls az eredeti helyzet konstrukciójához folyamodik. Az eredeti helyzet modellezi az egyenlőséget, hiszen elvonatkoztat az emberek morálisan önkényes esetlegeségeitől (a tehetség, a hatalom stb. vonatkozásában). Ez a hipotetikus állapot tehát olyan helyzet, amelyben a morális és az önérdék-követő döntés nem tér el egymástól, ezért a döntés eredménye morális erővel is bír.

A fenti szembeállítás alapján Tanyi Attila rawlsi nézőpontból fogalmaz meg kritikát a hayeki elmélettel szemben. A három legfontosabb következtetés így szól: (1) a piac személytelensége nem jelenti azt, hogy el kell fogadnunk elosztási következményeit; (2) a korlátozott piac nem vezet szolgáshoz, a morális elvek és az egyének elkötelezettsége az elveket megtestesítő intézmények fenntartásában biztosítja a szabadságot; (3) Hayek nem tudja megmagyarázni, hogy

az emberek miért választják a korlátozott piacot a szabad piaccal szemben, és nem fogadhatja el azt az állítást, hogy a korlátozott piac társadalmi stabilitást, kisebb bizonytalanságot és nagyobb méltányosságot biztosít, mint a szabadpiac. Ez a hayeki álláspont korlátozottságát mutatja.

A szerző tehát Rawls elméletét a társadalmi igazságosság vonatkozásában inkább elfogadhatónak tartja, mint Hayek érvelését arról, hogy a társadalmi igazságosság üres fogalom. Ugyanakkor Tanyi Attila könyve második részében megmutatja azt is, hogy a rawlsi teória szintén támadható. E kritikának csupán egy elemére térek most ki. A rawlsi igazságosság elmélet körüli viták egyik fontos kérdése az eredeti helyzet, az erre szerveződő szerződéselmélet és a különbségelv érvényesítése közötti kapcsolat. Rawls elméleti konstrukciója szerint az egyének a tudatlanság fátyla mögött döntenek a különbségelv elfogadásáról. A különbségelv elfogadásáról. A különbségelv helyett a szociális minimum elfogadásáról? Tanyi Attila – elfogadva Kis János érvelését – a szerződéselméleti konstrukcióban találja meg annak okát, miért választja Rawls a különbségelvet a szociális minimum helyett. Úgy véli, az egyenlőség-

elv mint morális eszmény fenntartható és fenntartandó, de nem építhető rá a Rawls által vázolt szerződéselméletre. Az a rawlsi tétel, amely szerint megfelelő körülmények esetén lehetséges olyan megállapodásra jutni, amely biztosítja, hogy minden ember pusztán önérdékét követve olyan elveket fogadjon el, amelyek az önérdéken túlműtató, a társadalmi igazságosság elveivel összhangban álló kötelezettségeket foglalnak magukban, a szerződéselméleti konstrukció nélkül is megállhat a saját lábán. Kérdés azonban az, hogy ha elvetjük a szerződéselméletet, akkor mi teremt hidat az elméletben az önérdékét követő egyén és a morális jót követő egyén feltételezése között? Töreknünk kell-e olyan normatív elmélet létrehozására, amely az egyénnek, mint önérdék-követő lénynek a feltételezésére épül? Lehetséges, hogy a társadalmi egyenlőség morális megalapozásához elegendő az egyénnek, mint a közjót kereső, mint az önérdéken túlemelkedő, morális lénynek a feltételezése? De vajon nem egyszerűsítjük-e túlságosan le a feladatot akkor, ha eltekintünk az egyéntől, mint érdekkövető lénytől? Nem termékenyebb-e minden ellentmondásossága ellenére az a morálfilozófia, amely az egyén kettős természetével számol?

Tanyi Attila könyve a fentiekén túl számos más kérdés feltevésére is inspirál. A könyv a vizsgált problémák természete miatt nem könnyű olvasmány, de olvasóinak szellemi izgalmat kínál, felvillantva a modern morál- és politikai filozófia fontos dilemmáit, útkeresését. (*Napvilág Kiadó, Budapest, 2000, 218 o.*)

*Gedeon Péter*

a filozófiai tud. kandidátusa,  
egyetemi tanár (BKÁE)



## Két könyv a Holocaustról

Nehéz a sok, Holocausttal foglalkozó könyv után újat mondani a témáról. Pelle János és Szita Szabolcs munkái a „század botrányának” különböző mozzanatait dolgozzák fel. A magyar történelem keserű korszaka jelenik meg lapjaikon – bizonyos új adatok és szempontok figyelembevételével. Az eddigi vizsgálatok fő témája többnyire maga a tömeggyilkosság volt. Kevesen vállalkoztak a hozzá vezető út feltérképezésére, amelynek egyik fejezete a közvélemény manipulálása.

Pelle János *A gyűlölet vetése. A zsidótörvények és a magyar közvélemény 1938–1944 c.*, az Európa kiadó gondozásában napvilágot látott új könyve a korabeli magyar média vizsgálatán keresztül próbálja az ismert szörnyű végkifejlet történelmi hátterét megvilágítani, felvetve a felelősség kérdését is. Messziről kezd. Az 1918–19-es forradalmak antiszemita ábrázolása, amely még – zsidó felesége dacára – Kosztolányi publicisztikájára is hatott a 20-as években, olyan alapokat adott a háború előtt megújuló szélsőjobboldali sajtó számára, amelyhez csak vissza kellett nyúlni. Az 1928-ban megszüntetett numerus clausus 10 év múlva súlyosbítva jelenik meg a zsidótörvényekben. Endre László Pest megyei zsidófaló közigazgatási ténykedése jelezte, hogy a későbbi kormánybiztostól mit lehet várni.

Jól érzékelteti a kor hangulatát a „származáskutatás” divatja és az áttérések megszaporodása. Nyoma sem volt már az Imrédy által még szükségesnek tartott „gentleman-szellemnek”. Erősen hatott a demagógia a munkásságra is, amit a nyilas sztrájkok elszaporodása jelez. Mivel az érintetteket eltávolították a képviselőházból – 1939-re egyetlen zsidó képviselő maradt – csak néhány tisztánlátó politikus és értelmiségi figyelmeztetett a veszélyekre, sajnos hasztalan. (Bethlen István le is mondott mandátumáról a zsidótörvények miatt, ismert Illyés, Babits, Márai

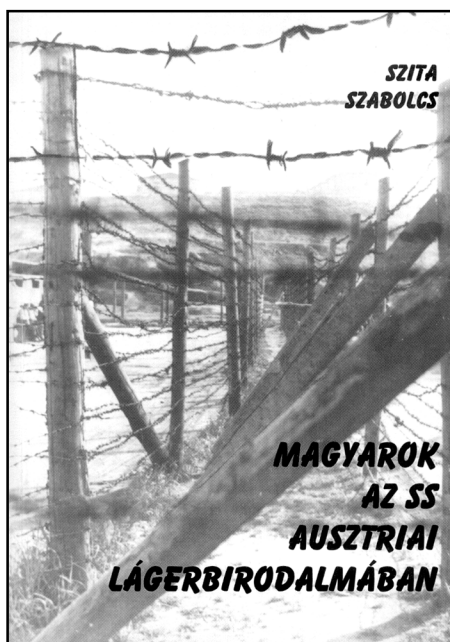
és mások tiltakozása.) Egyre durvul a magyar sajtó hangja, a sok idézett szemelvény forrásértéket ad a munkának. Kolosvári Borcsa stílusa uralkodik el az újságdoladalon, 1942-ben pedig már felvetik a zsidók kitelepítését. Újságcikk hatására kerül sor olyan intézkedésekre, mint a Duna-korzón sétáló zsidók és a zsidó értelmiségiek munkaszolgálatra behívása. Befolyásolják a lakosságot a kezdődő légitámadások is. Fantasztikus vádakkal illetik a zsidók minden tevékenységét, például a réz kétfilléresek 1943-as összegyűjtése kapcsán. A sárga karszalagosok doni vesztesége százalékban felülmúlta a honvédekét. Hiába volt Bajcsy-Zsilinszky memoranduma, Nagybaconi humánus rendeletei, a bekövetkező megszállás elszabadította a poklot. Létrejött az 1943-ban még csak tervezett gettó. Pelle János nem mutatja be a megszállás utáni eseményeket, viszont összegzi a nézetrendszert, amely a deportáláshoz és a tömeggyil-



kossághoz vezetett. Objektív összehasonlítása más országokkal hangsúlyozza, hogy ami Magyarországon történt, az megfelel az európai náci forgatókönyvnek. Óv attól, hogy ezt a tragédiát a közélet napi harcaiban használják fel. Utal a túlélők sorsára, az alternatívára, amelybe kerültek, amelyből sokan kivándorlással menekültek.

Tömegek szenvedése és halála lett a következménye a Pelle János könyvében ábrázolt folyamatnak. A pusztulás egyik színhelyével – talán mellékszínhelyével – foglalkozik Szita Szabolcs *Magyarok az SS ausztriai lágerbirodalmában* c., sokéves kutatásokat összegző műve. Szita professzor műve, amely a Magyar Auschwitz Alapítvány Holocaust Dokumentációs Központ és a Nyugat-Magyarországi Egyetem tudományos kutatási programjában látott napvilágot, az egyik első olyan hazai munka, amely magában foglalja az európai kutatások legfontosabb eredményeit. Másfél évtizedes tudományos kutatás eredménye a korábbi vizsgálódásokra és kutatásokra is épülő monográfia. Áttekintést ad a nemzetiszocializmus lágereinek kialakulásáról, szerkezetéről, működéséről, a kényszermunka gazdasági jelentőségéről, rendszereiről. Felvillan mint előzmény a magyarországi deportáció, sokat megtudunk a tömeggyilkosság irányítóiról és végrehajtóiról. Rengeteget tudunk meg a foglyok életéről – ha életnek lehet nevezni vegetálásukat.

Mauthausen és a többi osztrák láger kevesebb leírást, ismertetést kapott az elmúlt évtizedekben, mint Auschwitz, Buchenwald és a többi halálgár. Ennek oka talán abban keresendő, hogy nem a keleti országtömb területén található az emberi szenvedés ezen színhelyei, valamint, hogy az idekerült magyar politikai foglyok egy része a háború előtti politikai élet vezetőgárdájához tartozott. Elég, ha ifj. Horthy Miklósról vagy Kállay Miklós volt miniszterelnökre gondolunk. Része volt az elhallgatásban talán annak is, hogy az ausztriai táborokban és különösen a



külső munkahelyeken nagyobb volt az életben maradás, a túlélés esélye, mint Auschwitzban. Különleges vonásai voltak az itteni kényszermunkának, más-más szerep és sors jutott a „családi táborok”, a „tartózkodási”, „munkára nevelő” és az erődítő táborok lakóinak. Végigköveti a deportáltak útját a kényszerlakhelytől a marhavagonban való utazáson át (megtaláljuk benne a szerelvények számszerű adatait) a lágerbe való megérkezésig, elhelyezkedésig.

A lágerélet meghökkenően plasztikus leírása jelenik meg a könyv lapjain. Köhordás, verés, kimerültség és halál – amelyet agyonlövészel és elgázosítással siettetnek a kápók és a láger őrei. Nem hiányzik a fogolyhierarchia bemutatása sem. Tízezrek szenvedése és kínhalála mellett az ún. prominensekre valamivel jobb sors – több élelem, melegebb ruházat – várt. Már az is előjognak számított, ha valaki egyedül alhatott a pricscsen. Sok ismert magyar politikus nevét olvashatjuk közöttük. Andorka Rudolf, Somogyváry Gyula, Peyer Károly, Rassay Ká-

roly és sokan mások tartoztak ebbe a körbe. Persze az itthoni híresség még nem jelentett tábori kivételezettséget. Tolnai Simont, a híres Tolnai Világlapja kiadóját is elvitte a rettegett kék kocsis a gázkamrába, Glück Emma, a New York-i polgármester nővére is ottmaradt Mauthausenban.

Elviselhetőbb volt a külső munkán lévő szerencsések helyzete. Gyárakban, földeken dolgoztak osztrák civilekkel, akiknek módjuk volt segíteni rajtuk, sokszor éltek is a lehetőséggel és próbálták enyhíteni, különösen a gyermekek szenvedéseit. Sajnos az utolsó napokban közülük is sokan esetek áldozatul a visszavonuló SS alakulatok golyóinak.

Szemléletes a felszabadulás leírása is. Gondosan ügyeltek arra, hogy az őrség ne foglyaival együtt – bűnei színhelyén – találkozzék a szövetségeseikkel, ezért néhány nappal megérkezésük előtt más katonai vagy félkatonai (Volksturm, Hitlerjugend) alakulatokkal váltották fel őket. A halálmenetek esetében azonban sokszor ezek se bántak jobban a legyengült emberekkel, mint a fekete egyenruhás hóhérok. Nagyon sokan már az áhított szabadság közvetlen közelében pusztultak el! Hézagpótló a könyvnek az a része, amely a hazatérés viszontagságait ecseteli. Ez nem ment olyan gyorsan, ahogy várható lett volna. Várakoz-

niuk kellett, és ezalatt a szovjet csapatok vonatszámba irányították őket Szibériába. Itthon a polgári politikai foglyok egy részét a kommunista sajtó támadta, később voltak, akik az új társadalmi rend börtöneit is megjárták. Melléklet tartalmazza a foglyokkal kegyetlenkedő katonák és polgári személyek elleni perek anyagát. Megdöbbentő olvasni, hogy még a fegyverletétel után, május közepén is gyilkoltak deportáltakat.

Bibliográfia, a jelentősebb források-feldolgozások tartalmi ismertetése – beleértve az új publikációk kritikai feldolgozásait – zárja a monográfiát. Ez és a terjedelmes névmutató emeli mindkét mű tudományos és használati értékét. Szerencsés módon a gazdag dokumentáció nem megy az olvassmányosság rovására. Ezért nemcsak a kutatás, hanem az oktatás számára is ajánlható Szita Szabolcs munkája. Hozzásegít az európai történelem egyik tragikus fejezetének jobb megismeréséhez, kiemelve a magyar vonatkozásokat.

(*Pelle János: A gyűlölet vetése. Európa Kiadó, Budapest, 2001, 345 o. – Szita Szabolcs: Magyarok az SS ausztriai lágerbirodalmában. Magyar Auschwitz Alapítvány Holocaust Dokumentációs Központ - Nyugat-Magyarországi Egyetem, (ORZSE)*)

Róbert Péter

egyetemi docens (ORZSE)

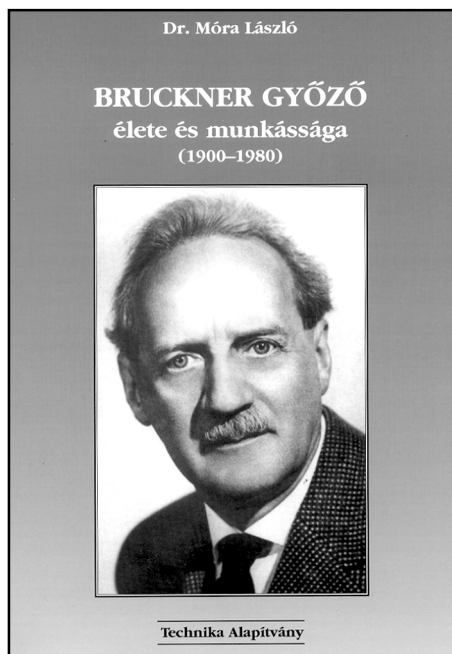
## Móra László: *Bruckner Győző élete és munkássága 1900–1980*

Bruckner Győző kétszeres Kossuth-díjas egyetemi tanár, a Magyar Tudományos Akadémia és a német Leopoldina Akadémia tagja, az egyik legnagyobb hatású magyar szerves kémikus, aki felfedte a lépfene (*anthrax*) bacillus ellenállóképességének titkát. Születésének századik évfordulójára értékes, számos vonatkozásban tanulságos könyv jelent meg, amelynek *Élete* című első feje-

zete bemutatja a szülőváros, Késmárk történetét és a 20. század második évtizedének gimnáziumi életét, majd a budapesti Műegyetemen végzett tanulmányait (1919–1925) és 1925-től a szegedi egyetemen doktoranduszként és oktatóként töltött éveit. Bruckner Győzőt 1928-ban „*Sub auspiciis Gubernatoris*” („kormányzógyűrűs”) doktornak avatták. A kitüntetési gyűrű ez évben vasból készült – utalva az ország akkori anyagi helyzetére. A legígéretesebb fiatal kutatók külföldi továbbképzése azonban ekkor is folyt a Klebelsberg Kunó által létesített berlini, bécsi és római *Collegium Hungaricumokban*. Bruckner Győző

az 1926–27 tanévre ösztöndíjat kapott a berlini Collegium Hungaricumba. A könyv számos akkor, sőt a következő évtizedben ott tanuló ösztöndíjast is megemlít, akik később a magyar tudományos élet vezető személyiségei lettek.

Az 1930-as évek a szegedi tudományos-kulturális élet legendás korszaka, amikor a szabadtéri játékok indultak, Szent-Györgyi Albert Nobel-díjat kapott és olyan, már akkor jó nevű, vagy később világhírűvé lett kémikusok dolgoztak Szegeden, mint Kiss Árpád, Krámlí András, Náray-Szabó István, Szabó Zoltán, Vargha László és Vinkler Elemér. Ekkor születtek Bruckner Győzőnek a későbbi időszakra legnagyobb hatást gyakorolt tudományos eredményei is. 1937-ben állapította meg, hogy a napjainkban sokszor emlegetett lépfenebacilus tokanyaga – melyet a szegedi Ivanovics György mikrobiológus professzor izolált –  $\alpha$ -glutaminsavból épül fel. Rámutat a könyv, hogy ez a felfedezés kedvezőbb körülmények között Nobel-díjat eredményezhetett volna. Ez volt a természetes anyagokból elkülönített első  $\alpha$ -konfigurációjú aminosav. Az élő szervezeteket felépítő fehérjékből addig kizárólag az ezzel ellentétes térszerkezetű,  $\beta$ -konfigurációjú aminosavakat izoláltak. Ez a térszerkezetbeli különbség, és a Bruckner iskola által később igazolt, a természetes anyagokban ritka *gamma*-peptidkötés magyarázza a lépfenebacilus kivételes ellenállóképességét. Ismeretes, hogy a lépfenebél elpusztult és elföldelt állatok maradványai és a környező talaj még évtizedek múltán is fertőző. A lépfene bacilus tokanyaga szerkezetének felderítésével indult a magyarországi peptidkémiai kutatás. Szegedi éveiben ismerte fel a megfordítható N-O acilvándorlást, ért el alapvető eredményeket az izokinolinok szintézisében, kiterjesztette a diénszintézist az aromás vegyületekre. Ezek az eredmények évtizedekig termékenyítőleg hatottak a hazai szerves kémiai kutatásra és jelenleg is érződik hatásuk.



Rendeletek, tanrendek, rektori beszédek idézésével, tanszékvezetők és oktatók felsorolásával, a mindennapi eseményekbe való betekintéssel követi a szegedi egyetem életét. Ismerteti Szent-Györgyi Albert rektorságát és a vele kapcsolatos eseményeket, az egyetemi élet háború utáni újraindulását, az „igazolatást”. Szegedi éveit alatt választották Bruckner Győzöt az Akadémia levelező (1946), majd rendes tagjává (1949), nyerte el a Svéd Kémiai Társaság Scheele érdemét (1947) és a Kossuth-díj arany fokozatát (1949). Különösen részletes *Az Eötvös Loránd Tudományegyetem Szerves Kémiai Tanszék kétszeres Kossuth-díjas professzora* című rész.

*A kutató tudós* című fejezet bemutatja a magyar szerves kémiai kutatás kezdeteit. Ismerteti Bruckner gráci tanulmányútját, ahol a Nobel-díjas Pregl professzor intézetében elsajátította – majd Magyarországra hozta – a szerves mikroanalízis módszerét. Doktori értekezése (1927) kapcsán emléket állít Kiss Árpád professzornak. Itt kerülnek részletes tárgyalásra Bruckner Győző tudományos ered-

ményei: a megfordítható N-O acilvándorlás, a diénszintézis átvittele aromás rendszerekre, az izokolinok új szintézise, a lépfenebacilus tokanyaga szerkezetének felderítése és szintézise, az adrenokortikotrop hormon (ACTH) szintézise és egyéb munkái, melyek jelentős részéről már az első fejezetben is ír. Az 1950–1976 közötti időszakban Bruckner Győző volt az MTA Szerves Kémiai Bizottságának elnöke. Az ezt tárgyaló rész is sok adatot tartalmaz, nemcsak e 26 év, hanem az azt megelőző és követő időszak hazai kémiai életére, tudománytörténetére vonatkozóan is.

*A professzor és szakíró* című fejezet tárgyalja az Eötvös József által 1868-ban bevezetett polgári iskolai oktatást. Ismerteti az 1930-38 között óraadó tanárként, majd nyilvános rendes főiskolai tanárként a szegedi Állami Polgári Iskolai Tanárképző Főiskolán, egyetemi állásával párhuzamosan végzett munkáját. Ezt a szegedi tanári évek, a munkatársak életrajza, majd dékáni munkájának bemutatása követi. E fejezetben is behatóan tárgyalja egyetemi munkáját (1949-70), vezetői magatartását, pedagógiai elveit. Hosszú oldalakon át foglalkozik hatkötetes *Szerves kémia* tankönyvével. Itt szerepel budapesti munkatársainak életrajza is. *Az Emlékezte* c. rész a munkatársak, tanítványok emlékezeit közli, és a Bruckner halála (1980) utáni időszak eseményeit tartalmazza.

Értékes a könyv fényképanyaga, beszédek a másolatban közreadott okmányok, bizonyítványok, kinevezési okiratok, kéziratok, dolgozat és könyvrészletek. A tanítványok közül különösen gyakran szerepel Medzihradszky Kálmán, Kucsman Árpád, Kajtár Márton és Kuszmann János. A neves kortársak közül Zemplén Gézát, Szent-Györgyi Albertet, Fodor Gábort említi legtöbbször.

A könyv forrásanyaga tehát gazdag. Kár, hogy összegyűjtésénél és Bruckner hatásának bemutatásánál a szerző figyelmen kívül hagyta a könyvből kitűnő tény, hogy Bruckner alkotó éveinek jelentősebb részét

Szegeden töltötte, itt érte el legfontosabb kutatási eredményeit is. Sajnálatos, hogy a munkatársak és közvetlen tanítványok felsorolásával befejezi a Bruckner-iskola ismertetését, a tanítványok tanítványai (a „tudományos unokák”) megemlítésére már nem tér ki. Így Bruckner hatásának bemutatása korántsem teljes, hiszen a tudományos unokák, sőt, az unokák tanítványai között is volt-van tanszékvezető egyetemi tanár, akik korábbi és jelen tudományos közleményeiket igen gyakran Bruckner Győzőre hivatkozva kezdték és kezdik. Néhány további szegedi tanítvány, vagy tudományos unoka adatai alapján teljesebb lehetett volna a munka. A könyv három fő fejezete aligha elválasztható ténykedéseket tárgyal, ezért az ismétlések gyakoriak. Ezek csökkentésével, egyes részek arányainak változtatásával és néhány adat elhagyásával bizonyára lehetett volna hely Bruckner Győző jelen időszakra gyakorolt hatásának teljesebb ismertetésére is.

A mű méltón mutatja be a magyar kémia egyik legnagyobb alakját. Bruckner Győző cselekedeteiből sugárzik a humanum. Kár, hogy mindig megalapozott javaslatait a kor döntési mechanizmusa következtében – nagy szakmai tekintélye ellenére – számos esetben nem, vagy csak nagy késéssel érvényesítették. Emberi magatartása, hivatásstudata, tudományos eredményei sokaknak például szolgált és szolgálhat a jövőben is. A könyv mindenütt bemutatja a történelmi hátteret. Stílusa kiváló, jól egyesíti a tényközlést az anekdotázó részekkel. Igen hatásos egyes események, szereplők párshavas, esetenként csak egy találó jelzővel való jellemzése.

Móra László tanulságos könyvét melegen ajánlom egyetemi hallgatóknak, oktatóknak és kutatóknak, de a 20. századi magyar oktatási rendszer és természettudományi kutatás iránt érdeklődő laikusoknak is. (*Technika Alapítvány, Bp., 2001, 220 o.*)

*Bernáth Gábor*

a kémiai tud. doktora, egyetemi tanár

*Vargyai Gyula:  
Magyarország a második  
világháborúban -  
Összeomlástól összeomlásig*

A Korona Kiadó egyszerre több, a múlt század magyar történelmét különböző aspektusból vizsgáló kötettel jelent meg a piacon. Közöttük szerepel Vargyai professzor műve, amely mintegy húszévnnyi kutatás szintetizáló igényű végeredményének is tekinthető.

E hosszú idő alatt a szerző nemcsak a magyar levéltárakban található iratanyagot, hanem az 1919-1945 közötti periódus magyar történelmével kapcsolatos, a német és osztrák archívumokban megbúvó dokumentációt is igen alaposan feldolgozta. Fontosnak tartjuk megemlíteni, hogy a szerző a bölcsészkart megelőzően az AJTK-n is tanított, személyében tehát egy olyan kiterjedt jogi ismeretekkel rendelkező jogtudós-történész szakember ült az íróasztalhoz, aki – nem mellesleg – az ország legismertebb hadtörténészei közé (is) tartozik. A korszak és a választott téma feldolgozásánál pedig eme tudományok (jog-történelem-hadtörténet) forrásainak, eszközeinek és eredményeinek együttes, kiegyensúlyozott színvonalú alkalmazása Vargyai professzor interpretációját sajátossá, és az adott kort tárgyaló többi műhöz képest markánsan egyedivé formálta.

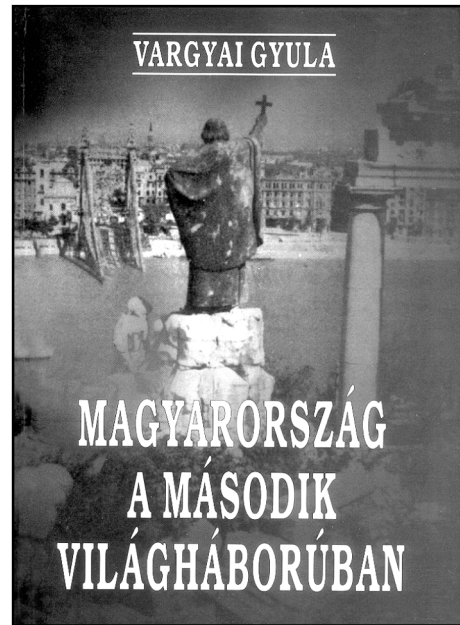
A modern kori magyar históriával foglalkozó történészként a legtöbben hajlamosak vagyunk arra, hogy az átfogóbb igényű monográfiákban a politikai elit belharcait, azaz az e konfliktusokból felépülő ún. *belpolitika* történéseit, az egyéni, csoportos és pártérdek mögött meghúzódó ideológiai motivációkat, valamint a háttérben megbúvó társadalmi folyamatokat leírva-feltárva mintegy „letudjuk” a vizsgált periódus feldolgozását, elemzését. Ez az egyébként önmagában is

igen széles fókusz az adott kontextusnak megfelelően tetszés szerint bővíthető a külpolitikai összefüggések, egyes államigazgatási struktúrák működésének, valamint a gazdasági szféra főbb irányainak ismertetésével. Ehhez képest Vargyai professzor gyökeresen eltérő módszert alkalmaz: egy érdemtelenül keveset vizsgált erőcentrum, a magyar királyi honvédség kor- és kórképét megrajzolva igyekszik ábrázolni a Horthy-korszakot, miközben egyáltalán nem hanyagolja el, sőt gyakran tudatosan előtérbe is helyezi, a már említett bel-és külpolitikai szféra meghatározó eseményeit, tendenciáit. Elemzését ez a jó aránnyal vegyített kettőség teszi egyedivé: az egyes történéseket és folyamatokat egyszerre láthatjuk egy speciális szervezet, a hadsereg, és főképp az azt irányító vezérkar szemszögéből, ugyanakkor feltárulnak azok a kül-és belpolitikai determinációk is, amelyek jelentős mértékben alakították magát a hadsereget is.

Vargyainál tehát a honvédség és annak vezetése egyszerre aktív és passzív erő: szemünk előtt válik a trianoni béke előírásainak következtében szervezetében megcsönkített, létszámában korlátozott, a húszas években kissé marginalizálódott hadsereg a harmincas, negyvenes évek fordulójára olyan, egyre fontosabb és öntörvényűbb hatalmi centrummá, amely a fegyveres erők közötti belső szakmai kapcsolatokat kihasználva érdemben avatkozik bele a magyar és a német kormány diplomáciai tárgyalásaiba, gyakran jelentősen befolyásolva azok aktuális kimenetelét, és erősíti az egyre szűkülő mozgásterű kabinetek német orientációjú csoportjait. A szerző vizsgálati szempontjának kijelölése korántsem önkényes választás eredménye. Ne felejtjük el, hogy 1932 októberé és 1945 novembere között a kilenc magyar kormányfő közül öten eredeti hivatásuk szerint katonatisztek voltak. Az volt a MOVE-t alapító, Horthy a hatalomba segítő, majd a fajvédő ellenzék vezető pozí-

cióját elfoglaló Gömbös, aki a honvédelmi államtitkári posztról a miniszteri bársonyszéken keresztül jutott a Sándor-palotába, Sztójay Döme altábornagy, a vezérkar hírszerzési osztályának korábbi vezetője, hosszú ideig hazánk berlini katonai attaséja, majd követe, aki a megszállást követően a kollaboráns kormányt irányította, Lakatos Géza vezérezredes, a „kiugrási kormány” első embere. Nagyreményű vezérkari tisztként kezdte pályafutását az őrnagyi rangban 1935-ben nyugdíjba vonult későbbi nyilasvezér, Szálasi Ferenc is, aki 1944. október 15. után „nemzetvezetőként” vonult be a magyar történelembe, sőt, még ellenkormányának, a Debrecenben megalakult ideiglenes kormánynak is egy vezérezredes, Dálnoki Miklós Béla állt az élén.

Vargyai professzor tehát – mint azt már egy 1983-as könyvében is megfogalmazta – tulajdonképpen arra keresi a választ, hogy milyen hatása volt a fegyveres erők politikai szerepvállalásának a nagypolitikai döntési mechanizmusokra, illetve hogy hosszabb távon hogyan befolyásolta egy bel-és külpolitikai babérokra törő, fokozatosan átpolitizálódó hadsereg aktivizálódása az ország történelmét. Ebből a szempontból könnyen belátható, hogy a magyar modell speciálisnak tekinthető: a cseh-szlovák demokráciát kivéve Európának ezen a felén a hadseregek igen gyakran főszerephez jutottak egy-egy országban. Gondoljunk csak a Pilsudski-féle (majd utódai által tovább működtetett) lengyel katonai diktatúrára, az 1923-as és 1934-es bolgár államcsínyekre, az 1929 januári jugoszláv puccsra, a román hadsereg 1938-1941 közötti beavatkozásaira és az Antonescu-rezsimre, vagy a német, olasz és osztrák fegyveres erők és a paramilitáris párthadseregek (SA, Heimwehr) személyi összefonódásaira. Ezekhez képest a magyar hadseregről elmondható, hogy nem döntött meg kormányokat és rendszereket, nem taszított le és emelt fel embereket a trónra, sőt, a hon-



védtség egésze – egyes alakulatainak 1919-1921-es szerepétől eltekintve – két évtizedig a Horthy-rendszer egyik legfőbb támaszának bizonyult.

Röviden tekintsük át Vargyai professzor narratívájának főbb elemeit. Könyvét az első világháború utolsó két évének rövid hadtörténeti ismertetésével kezdi, majd az 1918-1919-es időszak elemzésével folytatja. A Károlyi-kormány katonapolitikáját vizsgálva megállapítja, hogy a Szent István-i Magyarország katonai védelme lehetetlen volt ugyan, de jobb szervezéssel „néhány kisebb területkorrekció katonai megvalósítása” lehetséges lett volna (18. o.). Részletesen ismerteti Horthy hatalomra jutását és a hadseregnek ebben, valamint a hatalom megtartásában játszott szerepét: látjuk, hogy a szegedi fővezérség embrionális csiráiból hogyan alakul ki a Budapestre bevonuló nemzeti hadsereg, amelynek különítményesei nemcsak a fehérterror kilengéseiről felelősek, de gyakran önálló nyomozati szervként fellépve bénítják az új államhatalom működését. Vargyai professzor kiemeli, hogy a vezérkar már

1920-ban kidolgozta Csehszlovákia megrohanásának tervét és, részben Horthy tudtával, saját külpolitikai akciókba kezdett. A téma további elemzése szempontjából hangsúlyosan utal a jól ismert incidensre, amikor a kormányzóválasztáskor a Parlamentet előzőlő egyenruhások révén megelevenedik egy magyar katonai diktatúra rémképe (23-43). Külön fejezeteket szán a békeszerződés katonai vonatkozásainak (43-53), illetve a Trianon rendelkezéseivel szemben levezényelt reorganizációnak, amelynek során a kormány és a hadsereg az antant ellenőrei ellenében érthetően egymás partnerei voltak. Végigkövethetjük, hogyan sikerült a kormányzónak és miniszterelnökének, Bethlen grófnak a húszas évek első harmadára a hadsereget visszaszorítani oda, ahová szerepe szerint békeidőben való: a kaszárnyákba. Mindezen az sem változtatott, hogy – néha akár a kormány háta mögött is – a szűkös gazdasági lehetőségekből következően a létszám és fegyverzet tekintetében gyenge honvédség vezérkara a hírszerzésre helyezte a hangsúlyt, és az olasz-német hadsereg irányába keresett potenciális szövetségeseiket a kisantant államok túlerejével szemben (57-72). A későbbiek folyamán olvashatunk a harmincas évek erjedési folyamatáról, amikor a világgazdasági válság hatásai megroggyantották a versailles-i békerendszeret és ezzel elérhető közelségbe került a hön áhított revízió lehetősége. A hadseregben és a vezérkarban ekkorra már Gömbös vezetésével megtörtént a „generációváltás”, és felgyorsult a honvédség tisztikarának radikalizálódása. És mégis, mint Vargyai leszögezi, bár Gömböst a változások szele a kormányfői székbe repítette – nem mellékesen továbbra is magának tartotta meg a honvédelmi tárcát – és a bethleni örökséggel egyre keményebb harc kezdődött, a hadsereg belpolitikai célú felhasználása a számtalan környező országokbéli példa ellenére sem került napirendre Magyarországon. A

szerző szerint Gömbös az „idők szavára” hallgatva az egy tömegpártra épülő hatalmat preferálta a katonai diktatúrával szemben (74 - 85). A következőkben Vargyai professzor ismerteti a revíziós készülődés és a hadsereg fejlesztésének (győri) programját, annak valóságos (alacsony) hatékonyságát és mértékét. Véleménye szerint a győri program eredményei sem tették képessé a magyar honvédséget arra, hogy külföldi szövetségesek nélkül egyedül vállalja a fegyveres harcot valamelyik szomszédal. A kormány nem adhatott annyi pénzt, amely a hadsereget alkalmassá tette volna egy modern háborúra – a vezérkar igényei mindig meghaladták az államkassa szerény lehetőségeit –, de a leküzdhetetlen katonai gyengeség tudatában ezt a tengelyhatalmak támogatásának megszerzésével próbálta pótolni. A revíziós célok érdekében való náci-német orientáció erősödése viszont Vargyai olvasatában „a vég kezdete” volt (86-95). Az idő a politikusokat igazolta: a honvédség csak nagy nehezen tudott megfelelni az 1938-1941 közötti revíziós sikerekből következő megszállási feladatoknak, ugyanakkor ezek hatására a hadsereg szerepe és a katonai vezetés mozgásteret megnőtt, hamarosan pedig a kormánnyal való nyílt rivalizálásba torkollott (96 -119). A válság 1941 nyarán tetőzött, amikor Werth Henrik vezérkari főnöknek jelentős szerepe volt a Szovjetunió elleni háborúba való belépésben. Az ügyet Vargyai nagy részletességgel és igen árnyaltan tárgyalja, és a jogtudós magabiztos fölényével kezeli a Bárdossy tevékenysége és esetleges rehabilitációja kapcsán a közelmúltban is sokat vitatott hadbalépés alkotmányjogi vonatkozásait (154-196). Ezt követően alaposan ismerteti a honvédség keleti fronton kifejtett működését, nem feledkezve meg az egész frontvonalat mozgásban tartó harcászati és hadászati háttér, valamint a szövetséges szlovák, román, olasz, finn, horvát stb. egységek tevékenységének is-



mertetéséről (196-256). Könyve utolsó részében a Kállay-kormány különbéke-tapogatásait („tengelytörés” 267-305) követően feltárja az ország megszállásához vezető német katonai döntési mechanizmust, és részletesen taglalja a Sztójay-kormány idején létrejött megszállási struktúrát, 1944 nyarának bonyolult összefüggéseit, a kiugrás előkészítését és a különösen találóan „káossal enyhített, anarchiával súlyosbított rémuralomként” definiált nyilas rezsim politika- és hadtörténetét.

Vargyai professzor árnyalt elemzései során történészként és jogászként is törekszik a valamennyiünk által áhított, teljes mértékben azonban soha el nem érhető objektivitásra, de ugyanakkor nem habozik az olvasót saját véleményével megismertetni. Az 1920-ban Luddendorff német tábornok jobboldali körével a magyar vezérkar által folytatott tárgyalásokat így jellemzi: „A tárgyaló felek végtelen primitívsége, enciklopédikus tudatlansága konszenzust eredményezett, legalábbis az utópisztikus frázisok szintjén” (30). Különösen karakteres stílusa a *Katonai kérdések a háborús törvényhozásban* című fejezetben, ahol a hiteles jegyzőkönyvekre támaszkodva idézi fel a szélsőjobb képviselőinek hajmeresztően primitív és gyakran hazaárulás-számba menő megnyilatkozásait, amelyekkel állandó tűz alatt tartották a németektől és a háborútól óvatosan távolodni próbáló Kállay-kormányt. E lapokon különösen rájár a rúd Bakyra, aki szerint a délvidéki vérengzés során „életét vesztette talán egykét ártatlan zsidó vagy szerb”, és a későbbi nyilas belügyminiszterre, Vajnára, aki követelte, hogy a sebesült honvédeknek ne adjanak zsidó vért, és kijelentette: „a mi fennmaradásunk a Donnál, Sztálingrádnál vagy esetleg Afrikában fog eldőlni”. Ezek után érthető, hogy Vargyai Vajnat önmagát is alulmúlni képesnek, elképesztően ostobának minősíti.

A recenzensek – magától értetődően – persze nem azonosulhatnak a szerző vala-

mennyi megállapításával és a kevés formai és tartalmi hibát, hiányosságot is szóvá kell tenniük. A szakma szempontjából bizony szerencsésebb lett volna, ha a kiadó lehetőséget biztosít arra, hogy egy ilyen lélegzetű munka ne kerülhessen a polcokra jegyzetek, név-és tárgymutató nélkül. Ezek hiánya sajnos akadályozni fogja a kötetet kézikönyvként használni szándékozó történészek munkáját. A színvonalas kivitelezésű könyvbe szemet szűrő nyomdai hibák, elírások is bekerültek, és nehezen érthető, hogy a 32. oldalt miért a 49, a 64-et pedig miért a 33. oldal követi. Úgy véljük, hogy a szélsőjobb oldali szervezetek (Kettős Kereszt Vérszövetség, Ébredő Magyarok Egyesülete, Etelközi Szövetség) és a hadsereg tisztí-főtisztikari személyi átfedéseinek ismertetésével a szerző közelebb kerülhetett volna a honvédséget irányító vezetők egyes lépései és az azok háttérében megbúvó ideológiai motívációk közötti kapcsolat teljesebb feltérképezéséhez. Ugyanez vonatkozik a Gömbös miniszterségével beindult változásokra, sőt, talán érdemes lett volna Gömbösnek egy külön fejezetet szentelni. A társadalmi válságok nyomán fokozódó szélsőjobb oldali tendenciák hadseregére gyakorolt hatásának ismertetése nem mindig egyenes vonalú, így a honvédség és a Legfelsőbb Hadúr között a harmincas években bekövetkező eltávolodás egyes stációi sem teljesen tisztázottak. 1944 tavaszának és nyarának tragikus eseményei kapcsán több kisebb pontatlanság is előfordul: a magyar zsidók vagyonának a kollaboránsok közötti szétosztásáról Hitler nem döntött, annál inkább a Sztójay-kormány tagjai, akik az évtizedes múltra visszatekintő tervezetek alapján e javakkal (részben sikeresen) az egész társadalmat korrumpálni akarták, a gettósítások nem április 17-én, hanem egy nappal korábban kezdődtek (330), a csendőrpuccs leginkább Horthy félelmeiben létezett, valójában a budapesti zsidók deportálása érdekében érkeztek ka-

kastollas egységek a fővárosba, de megjelenésüket Horthy egy ellene a belügyminisztériumból szervezett államcsínykísérlet első lépésének vélte (324-326), az *Auschwitz-jelentés* helyett az *Auschwitz-jegyzőkönyv* megfogalmazás tűnik pontosabbnak (330).

Az eddigieket összefoglalva úgy tűnik, hogy Vargyai professzor interpretációja egy, a térségben szinte egyedi paradoxon szemszögéből vizsgálja az 1919 és 1945 között eltelt negyedszázadot, amelyet a kötet alcímében találóan az *Összeomlástól összeomlásig* meghatározással illet. Annak ellenére, hogy az 1919-es és 1920-as esztendők egy katonai diktatúra lehetőségét rejtették magukban, a kormányzó és Bethlen ügyes taktikája lehetővé tette, hogy a hadsereg befolyása a rendszer stabilizálásánál ne veszélyeztethesse a „korlátozott parlamentarizmus” alkotmányos berendezkedését. Magyarországon tehát, a térség legtöbb országától eltérően, nem került sor katonai puccsra, de a húszas évek ideológiai alapjain (antiszemitizmus, xenofóbia, irredentizmus) szocializálódott tisztikarra a harmincas évek német vezetéssel lezajlott hatalmi átrendeződése olyan katalizátorként hatott, amely a

honvédség vezetőinek jelentős részét a hazai szélsőjobboldal szimpatizánsává tette. E folyamat révén a hadseregben a rendszer radikális reformja iránt megnyilvánuló egyre erősebb igény messze túlhaladt a kormányzó és köre által elképzelt legmerészebb változtatások mértékén. S bár a revíziós és háborús feladatok eredményeként megnövekedett szerepű katonai vezetést a politikai elit többkevesebb nehézség árán, de képes volt ellenőrzése alatt tartani, a tisztikar és a Legfelsőbb Hadúr között lassan, de biztosan növekvő távolság hatása éppen a legdöntőbb pillanatban, akkor mutatkozott meg, amikor Horthynak nagyobb szüksége volt katonáinak hűségére, mint korábban bármikor: 1944. október 15-én. Ekkor a katonai vezetés és a vezérkar nagy része, a kormányzó akaratával szembefordulva a korábbi kollégát, Szálasi juttatta hatalomba, és ezzel az 1918-1919-es összeomlás romjain létrejött Magyarország egy újabb, immár a végső összeomlás küszöbére érkezett. (*Korona Kiadó, Budapest, 2001, 391 o.*)

Vági Zoltán - Kádár Gábor

történészek



## Beérkezett könyvek

*Fleck Zoltán: Jogszolgáltató mechanizmusok az államszocializmusban*  
*Napvilág Kiadó, Budapest, 2001, 276 o.,*  
*Ára 1500 Ft*

Fleck Zoltán monográfiája jogszociológiai munka: a totalitarizmus-poszttotalitarizmus többnyire csupán a politológiai irodalomban tárgyalt problémáját a jogrendszer működése felől veszi tehát szemügyre. A közelebbről a szocialista állam jogszolgáltatásának funkcionálását föltáró értekezés előbb az elméleti és történeti kereteket fogalmazza meg, utóbb a magyar szocializmus második szakaszának jogalkalmazó mechanizmusait elemzi. Az előbbi nyomán – a totalitarizmus-fogalmakat és a jogrendszer-típológiákat áttekintve, illetve a két totális rendszer jogának sajátosságait rögzítve – a weberi jogszociológiára épülő, de a modern politológia eredményeit is fölhasználó teoretikus magyarázóelméletet épít ki. Az utóbbi során – a bíróságok, az ügyészségek, a társadalmi bíraskodás, illetve a „néprészvétel” szerepét föltárva – a magyar szocializmus második szakaszát „poszttotalitarizmusként” értelmezi. A fiatal kutató munkája, szerencsésen elkerülve a kérdés elemzésében szokásos ideologikus megközelítést, a jelen viszonyait is meghatározó struktúrák megértéséhez igyekszik hozzájárulni.

*S. Nagy Katalin: Önarcképek*  
*Palatinus, 2001, 313 o., Ára 3000 Ft*

A könyv sajátos szempontból tekinti át az egyetemes művészettörténetet: a művész-önarcképek alakváltozásait követi benne nyomon. A művészettörténet-szociológus szerző fölfogásában az önarcképek összetett jelentést sűrítnek magukba: a művész metamorfózisainak legszemléltetőbb megnyilvánulásaiént egyszerre adnak hírt a személyiség és a művészszerop változásaitól. A

művészönarcképek története ilyenformán az önmagát megmutató ember belső énjével és társadalmi szerepeivel folytatott küzdelem története. Az elemzés a történeti teljesség igényével tekinti át az önarcképek históriáját: az összefoglalás az egyiptomi, görög-római és középkori kezdetektől egészen a századforduló-századelő és a huszadik század önarcképeiig ível. A történeti háttérismereteket, szociológiai összefüggéseket és esztétikai interpretációt egyszerre nyújtó elemzés az önarcképfestészet legnagyobb alakjait számba véve maga is eleven portrékkal szolgál. Az olvasó ilyen, életszerű mini-arcképet kap például az önarcképeivel önnön személyének változásait dokumentáló Dürerről, az önmagát kíméletlenül föltáró Rembrandtról, a művészetének és életének szintézisét megteremtő Van Goghról vagy a személyiségét elrejtő és festészetét föltáró Cézanne-ről. S. Nagy Katalin elegánsan formált kötetét számos fekete-fehér és tizenhat színes illusztráció díszíti.

*Gérard Noiriel: A történetírás „válsága”*  
*Napvilág Kiadó, Budapest, 2001, 382 o.*  
*Ára 1900 Ft*

A kötet címében a *válság* kifejezés nem véletlenül szerepel idézőjelben. A francia történész – hazájában egyébként jelentős visszhangot keltett – monográfiája voltaképpen vitairat: a történetírás válságát hangoztató elméletek gazdag anyagot mozgató és nagyszabású bírálata. Alcime szerint a történelemről „tudománnyá válásától napjainkig” megfogalmazott „elméletek, irányzatok és viták” áttekintését nyújtó munka két részből áll. Az első a modern történettudomány történetének tudományelméletileg megalapozott és széles historiográfiai keretbe foglalt képét rajzolja meg. A második négy – a francia történettudomány működéséből vett, de az általánosítás igényével fölvetett – tudományszociológiai példát von vizsgálat alá. Noiriel saját álláspontját Marc Bloch híres

tételeinek továbbgondolása nyomán fogalmazza meg: a történetírásnak eszerint sajátosan „pragmatista” feladatai vannak, a maga eszközeivel ahhoz kell hozzájárulnia, hogy az emberek „jobban élhessenek”. A kötet külön érdekessége a szerzőnek a magyar kiadás számára fogalmazott, a gondolatmenet vitakérdéseit élesen fölvető bevezetője.

*Palasik Mária: A jogállamiság megteremtésének kísérlete és kudarca Magyarországon, 1944–1949 Politikatörténeti Füzetek, XVII. Napvilág Kiadó, Bp., 2000, 347 o. Ára 1500 Ft*

A történész nő eredetileg kandidátusi értekezésnek készült munkája a koalíciós korszak politikológiai szemléletű összefoglalását nyújtja. A korszakra vonatkozó szakirodalom alapos ismeretében készített és kiterjedt önálló kutatásokra épülő elemzést tehát elsősorban látásmódja teszi érdekessé. A II. világháború vége és a kommunista berendezkedés kiépülése közötti éveket a jogállamiság megteremtésének kísérleteként, illetve e kísérlet ellehetetlenülésként bemutató ábrázolás előbb a jogállami jogalkotás eredményeit, a kiépülő demokratikus intézményrendszer összetevőit veszi sorra, majd a berendezkedés működésének, a parlamenti és parlamenten kívüli politikai harcoknak a rajzát adja. A szerző az előbbi során az alkotmányjogra összpontosító jogtörténeti elemzéseket végezi, az utóbbi során pedig a történeti földolgozás változatos eszközeivel él: sajtóközleményeket használva, parlamenti jegyzőkönyveket tanulmányozva, levéltári forrásokat vallatóra fogva vagy visszaemlékezések kritikai analizésére építve rekonstruálja a korabeli politikai összecsapásokat. Az olvasó az Ideiglenes Nemzetgyűlés hónapjaitól a kommunista hatalomcentralizáció eszterdejéig lépésről lépésre haladva követheti nyomon a jogállami intézmények kiépítésétől az azok fölszámolásáig terjedő folyamatot.

## *Az MTA Földrajztudományi Kutatóintézetének kiadványai*

*Kiskörös természeti-ökológiai adottságai Szerk. Juhász Ágoston. Budapest, 2000, 182 o. Ára 2240 Ft*

Kiskörös a *Szőlő és a bor városa* kitüntető címet viseli, nemzetközi rangja van. A piacváltás és a kereskedelmi kapcsolatok átrendeződése, az EU-csatlakozás lehetősége, a sokoldalú adottságokra alapozott turizmusfejlesztés időszerűvé tették, hogy a térségnek karaktert adó természeti adottságokról, a múlt és a jelen szőlőkultúrájáról, az idegenforgalmi lehetőségekről a kérdéskört tematikusan bemutató, tudományosan megalapozott kiadvány készüljön. A könyv nem csak az érdeklődő olvasó vagy a tudományos közvélemény számára nyújt ismereteket, szól a gazdasági, kereskedelmi kapcsolatok fejlesztésében érdekelt potenciális partnerekhez is.

*Tájkutatási irányzatok Magyarországon (Szerk. Schweitzer Ferenc, Tiner Tibor) Budapest, 2000, 131 o. Ára 1120 Ft.*

A Marosi Sándor akadémikus 70. születésnapja alkalmából készült tanulmánykötet a hazai tájkutatás témáiból ad ízelítőt. A különböző iskolák különböző vizsgálatain alapuló kutatások foglalkoznak az alföldi táj, a karszterületek, a határ menti területek tájhasznosításával, a klímatispusok elhatárolásának módszereivel, és a tájökológiának a környezetvédelemben betöltött szerepével. A szerzők álláspontja, hogy a tájakban végbement változásokért nem teljes mértékben az ember felelős. Épp ezért a tájvédelmi szabályokat, rendeleteket tájökológiai szempontok szerint kell kialakítani, és az embert, létesítményeivel együtt, mindig a táj szerves részének kell tekintetni. A kutatásban alkalmazott korszerű térinformatikai, matematikai-statisztikai, ökofiziológiai vizsgálatok nagymértékben segítik a határ- és rokontudományokkal való nélkülözhetetlen együttműködést.

*Physico-geographical research in Hungary*  
(Eds. Ádám Kertész, Ferenc Schweitzer)  
Bp., 2000, 178 o. Ára 5040 Ft

A kötet az utóbbi néhány év természetföldrajzos OTKA munkáiról ad helyzetképet. A tanulmányok régiók szerint képviselik a hazai természetföldrajzi iskolákat, kutatóműhelyeket, felsőoktatási tanszékeket, így együttesen átfogó képet nyújtanak az ország ez irányú tudományos tevékenységéről. A hazánkban hagyományosan vezető szerepet betöltő geomorfológiai kérdések mellett helyet kapnak az utóbbi évek új irányzatai is, így a geo- és tájökológia, az antropogén felszínformálás vagy a tájszervezés aktuális kérdései. A kötet jól reprezentálja a Magyarországon jelenleg folyó természetföldrajzi kutatásokat és az utóbbi években a magyar geográfiában végbement változásokat.

*Hungary towards the 21<sup>st</sup> century: the human geography of transition*  
(Ed. Zoltán Kovács) Bp., 2000, 276 o.  
Ára 5040 Ft

A gyűjteményes kötet kísérletet tesz az ország kialakulóban lévő térszerkezetének bemutatására. A tanulmányok az 1989/90-es évek politikai változásai nyomán lejátszódtott gazdasági szerkezetváltás és politikai rendszerváltás térbeli folyamatainak magyarázatával és hatásaik elemzésével foglalkoznak, földrajzi szemszögből. A könyvben olyan szerzők tanulmányai kaptak helyet, akik vizsgálódásaikat az OTKA projektek keretében folytatták.

*Kocsis Károly: Kárpátalja mai területeinek etnikai térképe 1941, 1999; Számítógépes térképszerkesztés: Farkas Zoltán, Keresztesi Zoltán. Bp., 2001, 800 Ft*

Az MTA Kisebbségkutató Intézetével közösen kiadott kötet a kárpát-medencei etnikai térképsorozat többi tagjához hasonlóan az etnikai térszerkezetnek az elmúlt fél évezredben lezajlott átalakulását és jelen állapotát kísérli meg felvázolni. A mű címdalán Kárpátalja mai területének 1941-re és 1999-re vonatkozó anyanyelvi adatokon nyugvó etnikai térképeit, a két legnagyobb város – Ungvár és Munkács – nyelvi-etnikai arculatának 1880–1999 közötti változását mutatja be kör- és sávdigramok segítségével. Mindkét térképen – kördiagramok segítségével – a ruszin-ukrán, magyar, orosz, román, német, szlovák, cigány és zsidó (jiddis, héber) anyanyelvű népesség térbeli eloszlását és az aktuális közigazgatási beosztást kísérheti figyelemmel az olvasó. A címdalán található az 1941. január 31-i állapotoknak megfelelő anyanyelvi és közigazgatási térkép is, melynek az 1999-es, jórészt becsléseken alapuló adatokkal való összevetése érdekes tanulságokkal szolgál a 20. század derekán lezajlott történelmi, demográfiai, migrációs és etnikai folyamatok megítéléséhez. Hét melléktérkép a mai Kárpátalja területének 1495, 1796 körülire valószínűsített, 1880, 1910, 1930, 1941 és 1999-beli nyelvi-etnikai térszerkezetét, két táblázat pedig a főbb etnikai-nyelvi csoportok lélekszámának, arányának 1495–1989 közötti változását tárja fel.

## CONTENTS

Glatz Ferenc: Initiativity, systematicity, continuity, flexibility.....	534
<i>Human Genome Project • GUEST EDITOR: VENETIANER PÁL</i>	
Venetianer Pál: Preface.....	558
Venetianer Pál: The Road Leading to the "Book of Life".....	560
Kosztolányi György: Impacts of the Genomics on Medicine and the Universal Science.....	567
Patthy László: Bioinformatics in the Age of Genomics .....	575
Szathmáry Eörs – Pál Csaba: Genomics and Evolution .....	582
Raskó István: Population Genomics.....	589
Arányi Péter: Pharmacogenetics, Pharmacogenomics and Drug Research.....	595
Kampis György: The Gene is Dead, Long Live the Gene! .....	601
Sándor Judit: Genomics and the Law .....	615
<i>Technology Policy</i>	
Pálmai Zoltán: An Innovation Park in Hungary – The INNOTECH Innovation Park of the Budapest University of Technology and Economics .....	626
Szentes Tamás: A few Remarks on "Human Capital" and Research Expenditures...	636
<i>PhD Education in Hungary</i>	
Bazsa György: Deliberations about the PhD Degree in Hungary.....	648
Szabó Gábor - Bánszki Tamás - Ruzsányi László: The Necessity of Changing the Structure of Hungarian PhD Education .....	653
Fehér Márta: Of Science and Philosophy of Science at the Millennium .....	658
<i>The Scientists of the Future</i> .....	666
<i>Obituary</i> .....	677
<i>Book Review</i> .....	680

---

# Ajánlás a szerzőknek

1. A Magyar Tudomány elsősorban a tudományterületek közötti kommunikációt szeretné elősegíteni ezért elsősorban olyan kéziratokat fogad el közlésre, amelyek a tudomány egészét érintő, vagy az egyes tudományterületek sajátos problémáit érthetően bemutató témákkal foglalkoznak. Közlünk téma-összefoglaló, magas szintű ismeretterjesztő, illetve egy-egy tudományterület újabb eredményeit bemutató tanulmányokat; a társadalmi élet tudományokkal kapcsolatos eseményeiről szóló beszámolókat, tudománypolitikai elemzéseket és szakmai szempontú könyvismertetések.

2. A kézirat terjedelme szöveges tanulmányok esetében általában nem haladhatja meg a 30 000 leütést (a szóközökkel együtt, ez kb. 8 oldalnak felel meg a MT füzeteiben), ha a tanulmány ábrákat, táblázatokat, képeket is tartalmaz, a terjedelem 20-30 százalékkal nagyobb lehet. Beszámolókat, recenziókat esetében a terjedelem ne haladja meg a 7-8 000 leütést. *A teljes kéziratot .rtf formátumban, mágneslemezen és 2 kinyomtatott példányban kell a szerkesztőségbe beküldeni.*

3. A közlemények címének angol nyelvű fordítását külön oldalon kell csatolni a közleményhez. Itt kérjük a magyar nyelvű kulcsszavakat (maximum 10) is. A tanulmány címe után a szerző(k) nevét és tudományos fokozatát, a munkahely(ek) pontos megnevezését és – ha közölni kívánja – e-mail-címét kell írni. A külön lapon kérjük azt a *levelezési és e-mail címet*, telefonszámot is, ahol a szerkesztők a szerzőt általában elérhetik.

4. Szöveg közbeni kiemelésként *dőlt*, (esetleg **félkövér** – bold) betű alkalmazható; ritkítás, VERZÁL betű és aláhúzás nem. A jegyzeteket lábjegyzetként kell megadni.

5. A rajzok érkezhetnek papíron, lemezen vagy email útján. Kérjük azonban a szerzőket: tartsák szem előtt, hogy a folyóirat fekete-fehér; a vonalas, oszlopos, stb. grafikonoknál tehát ne használjanak színeket. Általában: a grafikonok, ábrák lehetőség szerint minél egyszerűbbek legyenek, és vegyék figyelembe a megjelenő oldalak méreteit. A lemezen vagy emailben

érkező ábrákat és illusztrációkat lehetőleg .tif vagy .bmp formátumban kérjük; értelemszerűen fekete-fehérben, minimálisan 150 dpi felbontással, és a továbbítás megkönnyítése érdekében a kép nagysága ne haladja meg a végleges (vagy annak szánt) méreteket. A közlemény szövegében tüntessék fel az ábrák kívánatos helyét.

6. Az irodalmi hivatkozásokat mindig a közlemény végén, abc sorrendben adjuk meg, a lábjegyzetekben legfeljebb utalások lehetnek az irodalomjegyzékre. Irodalmi hivatkozások a szövegben: (szerző, megjelenés éve). Ha azonos szerző(k)től ugyanabban az évben több tanulmányra hivatkozik valaki, akkor a közleményeket az évszám után írt a, b, c jelekkel kérjük megkülönböztetni mind a szövegben, mind az irodalomjegyzékben. Kérjük, *fordításnak különös figyelmet a bibliográfiai adatoknak a szövegben, illetőleg az irodalomjegyzékben való egyeztetésére!* Miután a Magyar Tudomány nem szakfolyóirat, a közlemények csak a legfontosabb hivatkozásokat (max. 10-15) tartalmazzák.

7. Az irodalomjegyzéket abc sorrendben kérjük. A tételek formája a következő legyen:

- Folyóiratcikkek esetében:

Alexander, E. O. and Borgia, G. (1976). Group Selection, Altruism and the Levels of Organization of Life. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* **9**, 499-474

- Könyvek esetében:

Benedict, R. (1935). *Patterns of Culture*. Houghton Mifflin, Boston

- Tanulmánygyűjtemények esetén:

von Bertalanffy, L. (1952). Theoretical Models in Biology and Psychology. In: Krech, D., Klein, G. S. (eds) *Theoretical Models and Personality Theory*. 155–170. Duke University Press, Durham

8. Havi folyóirat lévén a Magyar Tudomány kefelevonatokat nem tud küldeni, de még az elfogadás előtt minden szerzőnek elküldi egyeztetésre közleménye szerkesztett példányát. A tördelési munka során szükséges apró változtatásokat a szerző egy megadott napon a szerkesztőségben ellenőrizheti.

---

## *Kedves Olvasó!*

Májusi számunkhoz meglepetést készítettünk: a Magyar Tudomány utolsó két évfolyamának teljes anyagát nyújtjuk át egy CD-n. Folyóiratunk cikkeit kiegészítettük még néhány hasznos információval. Egyebek között ismeretöt olvashatnak a Magyar Tudományos Akadémiáról, megtalálják az ország egyetemeinek és kutatóintézeti hálózatának pontos címlistáját, az OTKA és a Szabadalmi Hivatal hasznos információit, s egy rövid kóstolót az Interneten található, tudománnyal foglalkozó oldalakról. Reméljük, hogy a kiadvány hasznukra lesz, és ha elnyeri tetszésüket, minden évben megújítjuk majd annak tartalmát.

Észrevételeiket, a jövő évi kiadást segítő ötleteiket örömmel fogadjuk a h8104gaz@ella.hu címen. Segítségüket előre is köszönjük.

*Csányi Vilmos*  
főszerkesztő

