

Magyar Tudomány

ONKOLÓGIA 2005 – BETEGELLÁTÁS

Vendégszerkesztők:

Eckhardt Sándor és Besznyák István

Európai egyesülés – integrációelmélet

Einstein hatása a XX. század fizikájára

Miért vagyunk mindannyian különbözőek?

A nemzetközi terrorizmus

2005 • 10

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA FOLYÓIRATA. ALAPÍTÁS ÉVE: 1840

166. ÉVFOLYAM – 2005/10. SZÁM

Főszerkesztő:

CSÁNYI VILMOS

Vezető szerkesztő:

ELEK LÁSZLÓ

Olvasószerkesztő:

MAJOROS KLÁRA

Szerkesztőbizottság:

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

A lapot készítették:

CSAPÓ MÁRIA, GAZDAG KÁLMÁNNÉ, HALMOS TAMÁS, JÉKI LÁSZLÓ, MATSKÁSI ISTVÁN,
PERECZ LÁSZLÓ, SIPOS JÚLIA, 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

Kiadja az Akaprint Kft. • 1115 Bp., Bártfai u. 65.

Tel.: 2067-975 • akaprint@akaprint.axelero.net

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: 6048 Ft

Terjeszti a Magyar Posta és alternatív terjesztők

Kapható az ország igényes könyvesboltjaiban

Nyomdai munkák: Akaprint Kft. 26567

Felelős vezető: Freier László

Megjelent: 11,4 (A/5) ív terjedelemben

HU ISSN 0025 0325

TARTALOM

Onkológia 2005 – betegellátás

Vendégszerkesztők: Eckhardt Sándor és Besznyák István	
Eckhardt Sándor – Besznyák István: Beköszöntő	1186
Schaff Zsuzsa – Lotz Gábor – Kiss András: Vírusindukált hepatokarcinogenezis	1187
Gődény Mária: A képalkotó eljárások lehetőségei daganatoknál	1193
Besznyák István: A sebészi onkológia alapjai	1201
Németh György – Szalai József – Kásler Miklós: A sugárterápiás ellátás problémái a 2004-es országos felmérés alapján.....	1207
Eckhardt Sándor: A daganatok gyógyszeres kezelésének új területe: a célzott molekuláris terápia	1215

Tanulmány

Palánkai Tibor: Európai egyesülés – integrációelmélet	1221
Nagy Károly: Einstein hatása a huszadik század fizikájára	1236
Kodaj Dániel: A kognitív tudomány mitikus teleológiája	1250
Boldogkői Zsolt: Miért vagyunk mindannyian különbözőek? – A fenotípus genetikai kódja	1255
Póczik Szilveszter: A nemzetközi terrorizmus fontosabb összetevőiről	1269

Interjú

Jéki László beszélgetése Kroó Norbert akadémikussal	1279
---	------

Tudós fórum

A Tudomány Világfóruma ismét Budapesten	1288
Juhász-Nagy Pál-díj alapítása	1290
Pályázati felhívás	1291

Vélemény, vita

Darvas Béla: Hozzászólás Balázs Ervin és társainak állásfoglalásához	1292
--	------

Megemlékezés

Csikós-Nagy Béla (<i>Halm Tamás</i>)	1295
--	------

<i>Kitekintés (Jéki László – Gimes Júlia)</i>	1299
---	------

Könyvszemle

Nyíri Kristóf – Palló Gábor (szerk.) Túl az iskolafilozófián A 21. század bölcsészeti élménye (<i>Nyíró Miklós</i>)	1303
Újkönyvek Bauer Ervinről (<i>Müller Miklós</i>)	1305
László János: A történetek tudománya (<i>Ormos Mária</i>)	1307

Onkológia 2005 – betegellátás

BEKÖSZÖNTŐ

Eckhardt Sándor

az MTA rendes tagja, szaktanácsadó
Országos Onkológiai Intézet
eckhardt@oncol.hu

Besznyák István

az MTA rendes tagja, professor emeritus
Országos Onkológiai Intézet
besznyak@oncol.hu

A Magyar Tudomány ez évi augusztusi száma szakavatott kutatók tollából számolt be a hazai rákkutatás fontosabb irányairól. Ebben az októberi számban a hazai betegellátás egyes kérdései kerülnek tárgyalásra.

A folyóirat terjedelme korlátot szabott annak, hogy mindenki szót kapjon. Tudjuk azonban, hogy az egyes kiemelt témák az onkológia alappillérei.

A bevezető patológiai fejezet szerzője Prof. Dr. Schaff Zsuzsa. Írásában megismerhetjük minden eredményes kezelés feltételét: a korrekt morfológiai és biológiai szövettani leletet, és értesülhetünk a diagnosztikus módszerek rohamos fejlődéséről, ami e területen napjainkban bekövetkezett. Ezt

követi Dr. Gődény Mária tanulmánya, amely a legújabb képalkotó eljárások onkológiai alkalmazásának széles horizontját vetíti fel. Prof. Dr. Besznyák István bőséges tapasztalatával a hazai daganatsebészet jelen helyzetéről számol be, és a jövő perspektíváit elemzi. Prof. Dr. Németh György a hazai onkoradiológia helyzetének fény- és árnyoldalairól tájékoztat nagy szakértelemmel. Prof. Dr. Eckhardt Sándor a gyógyszeres kezelés sikereiről és kudarcairól értekezik, és felvillantja a célzott molekuláris kezelés reményteli eredményeit.

Reméljük, hogy tanulmánysorozatunk a rákellenes küzdelem további fejlődésének hasznos alapjául szolgál.

VÍRUSINDUKÁLT HEPATOKARCINOGENEZIS

Schaff Zsuzsa

egyetemi tanár, az orvostudományok doktora

Semmelweis Egyetem Budapest II. sz. Patológiai Intézet – schaff@korb2.sote.hu

Lotz Gábor

az orvostudományok kandidátusa, egyetemi tanársegéd

Semmelweis Egyetem Budapest II. sz. Patológiai Intézet

Kiss András

az orvostudományok kandidátusa, egyetemi adjunktus

Semmelweis Egyetem Budapest II. sz. Patológiai Intézet

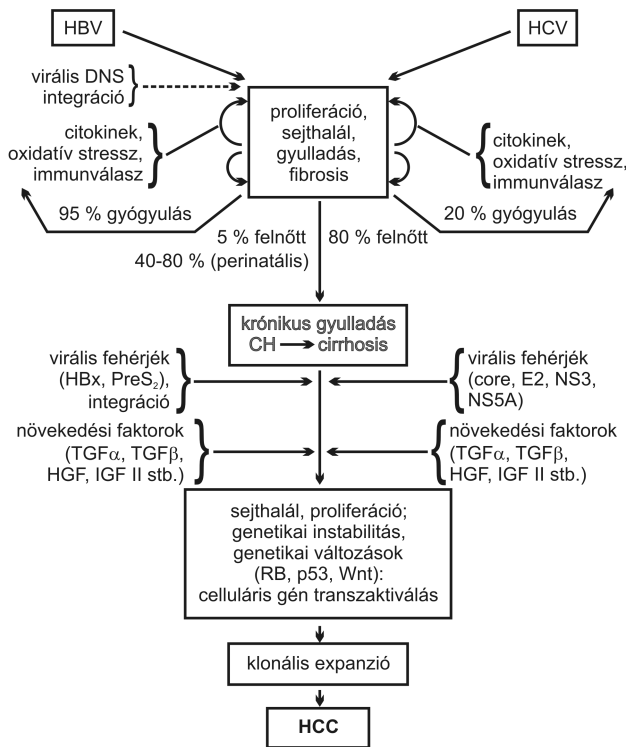
Az elsődleges (primer) májrák világviszonylatban az egyik leggyakoribb rosszindulatú (malignus) daganat, mely az összes malignomák 4 %-át képezi: férfiak között a 7., nők között a 9. helyen áll gyakoriságban (Bosch, 1997; Feo et al., 2000, Kew et al., 1997). Ez évente mintegy 500 ezer új megbetegedést jelent világszerte, és sajnálatosan, a halálosek száma is csaknem megközelíti ezt. Ezen adatok arra utalnak, hogy a májrák gyógyítása az orvostudomány jelenlegi fejlettségi szintjén sem megoldott, a leghatékosabban a daganat kialakulásának megelőzésében rejlik. Ez akkor lehetséges, ha megismerjük a májrák kórokát, a kialakulásában szerepet játszó tényezőket, így esetlegesen sikeresen avatkozhatunk közbe.

A primer májrák leggyakoribb formája a parenchymális májsejtekből (hepatocitákból) kiinduló ún. hepatocelluláris karcinóma (HCC). A HCC jellegzetes geográfiai eloszlást mutat; gyakori Afrika középső és déli területein, valamint Délkelet-Ázsiában, míg Európában és Észak-Amerikában ritkábban fordul elő. Az Afrikában és az Ázsia területén előforduló HCC-esetek többsége hepatitisz B vírus (HBV) fertőzéssel, míg az Európában, Észak-Ameri-

kában és Japánban előforduló esetek főleg hepatitisz C vírus (HCV) fertőzéssel kapcsolódnak (Aizawa et al., 2000; Di Bisceglie, 1997, Hayashi et al., 1999). Éppen ezen HCV-asszociált esetek számának növekedéséről számoltak be az utóbbi időben, így Japánban és Franciaországban kétszer-háromszor gyakoribbá vált az előfordulás, és ez várható a többi, iparilag fejlett országban, beleértve hazánkat is. A vírusok mellett a legjelentősebb kofaktorok a HCC kialakulásában az alkohol, a paprikaszennyeződés következtében múlt évben „elhíresült” aflatoxin, egyes gyógyszerek (például szteroidok) és egyéb toxikus tényezők. Különösen a HBV és az aflatoxin, valamint a HCV és az alkohol fokozza együttesen egymás hatását.

A hepatitiszvírusok (A, B, C, D, E, G) akut májgyulladás okozhatnak, közülük azonban a HCV és a HBV fertőzés lassan progrediáló krónikus májbetegséghez is vezethet. Ez megjelenhet enyhe vagy súlyosabb aktivitású krónikus hepatitisz, cirrhosis vagy HCC formájában (*1. ábra*).

A kiterjedt kutatások a vírus-asszociált vagy indukált hepatokarcinogenezis számos lényeges lépését feltárták, azonban ennek



1. ábra

ellenére a folyamat több szakasza még nem teljesen világos (Schaff et al., 1993). A gyulladás és a hepatocitapuszulás (apoptózis és nekrozis révén), valamint az ennek hatására fokozódó regeneráció/proliferáció kétségtelenül alapvető a folyamat elindításában és a rák kialakulásának elősegítésében (Chisari, 2000; Schaff et al., 1998). Egyes adatok emellett némely virális antigén direkt karcinogén hatását, illetve a virális genom egy részének a gazdasejtbe való integrációját is igazolják, legalábbis HBV esetében (Andriani – Bamabas, 1999; Barba et al., 1997; Bréchet et al., 2000; Buendia, 1998; Chisari, 2000; Cohen, 1999; Hayashi et al., 1999).

A következőkben azon mechanizmus főbb lépéseit vázoljuk, mely rávilágít a HBV és HCV szerepére a májrák kialakulásában.

A HBV szerepe a hepatokarcinogenezisben

A HBV ún. hepatotrop vírus, mely mintegy 400 millió ember krónikus fertőzöttségéért felelős világviszonylatban (Buendia, 2000). Először epidemiológiai tanulmányok igazolták a HCC és HBV szoros kapcsolatát; a krónikus vírusfertőzés mintegy százszorosra növeli a HCC kialakulásának veszélyét a krónikusan fertőzöttekben (Buendia, 2000).

A HBV a hepadnaviridae család „alapító tagja”, kicsiny (42 nm), burokkal bíró, részlegesen kettős szálú cirkuláris DNS genomot tartalmazó vírus (Bréchet et al., 2000; Buendia, 1998). A HBV 3,2 kb nagyságú genomja az egyik legkisebb emlős vírus (1. táblázat). A HBV jellegzetessége, hogy a virális DNS an-

nak ellenére integrálódik a gazdasejt DNS-be, hogy ez nem szükséges a vírus replikációja szempontjából, azonban ez megtörténik, ami lehetővé teszi, hogy a virális genom perzisztáljon a sejtben. Az integrálódott virális DNS a sejt DNS-sel együtt szaporodik a sejtciklus során. Ezen HBV-DNS integráció számos következménnyel jár, így például kromoszomális DNS-instabilitást, mutagenizist okozhat, valamint inkomplett virális fehérjéket kódolhat.

A HBV fehérjéi közül különösen az ún. X fehérjének (HBx) tulajdonítanak jelentőséget a hepatokarcinogenezisben, mely alacsony szinten expresszálódik az akut és krónikus hepatitiszben, míg HCC-ben fokozottan termelődik. A HBx biológiai hatása komplex, számos citoplazmatikus és magi jelátviteli kaszkádot aktivál. Különösen fontos a HBx apoptózist és sejtproliferációt befolyásoló hatása. A HBx közvetlenül a p53-hoz kötődik a citoplazmában, és ily módon inaktíválja ezen kulcsfontosságú tumorszuppresszor

géntemék hatását.

Mindezen adat arra utal, hogy a HBV-fertőzés különböző, egymást kiegészítő mechanizmusok révén vezethet a daganat kialakulásához; egyrészt direkt interferálva a gazdasejt DNS-sel és egyes géntemékkel, másrészt a sejtpusztulást követő proliferációt kiváltva, promoterként az iniciált sejtek klonális expanzióját eredményezi (1. ábra) (Bréchet et al., 2000; Ozturk. 1999).

A HCV szerepe

a hepatokarcinogenezisben

Az elmúlt néhány évben számos adat utalt a HCV szerepére a HCC kórokai között (Aizawa et al., 2000; Di Bisceglie, 1997; Hayashi et al., 1999; Tabor, 1999). Japánban a HCC-esetek kb. 80 %-a asszociált HCV fertőzéssel (Hayashi et al., 1999), és ugyancsak magas arányról számolnak be Európában és az USA-ban (Tabor, 1999).

Számos faktornak tulajdonítanak szerepet a krónikus májbetegség progressziójában

	HBV	HCV
<i>Vírusszalád</i>	<i>Hepadnaviridae</i>	<i>Flaviviridae</i>
Nukleinsav	ds DNS, cirkuláris 3,2 kb	ss RNS 9,4 kb virális DNS
integrálódás	van	nincs
Reverz transzkriptáz aktivitás	van	nincs
Fertőzöttek száma	~ 2 milliárd összesen ~ 400 millió krónikusan (5 % krónikus)	~170 millió összesen ~ 170 millió krónikusan (80 % krónikus)
Halálesetek száma	~ 1 millió / év	?
Átvitel	parenterális, szexuális, perinatális etc.	parenterális, ?
Májrák kialakulását okozhatja	igen	igen
Legfontosabb kofaktor a májrák kialakulásában	aflatoxin	alkohol
Vakcina	van	nincs
Krónikus hepatitisz	kezelhető	kezelhető

1. táblázat • A HBV, HCV és az okozott fertőzés jellemzői Buendia, 2000; Chisari, 2000; Cohen, 1999 alapján. HBV = hepatitisz B vírus; HCV = hepatitisz C vírus; ds = kettős szálú; ss = egyszálú

a HCV-hordozókban, így a beteg kora, a fertőzés időtartama, a HCV genotípusa, alkoholhatás, a szervezet immunválasza.

A HCV egyszálú RNS vírus a Flaviviridae családban. A HCV RNS nem integrálódik a fertőzött sejt genomjába, mivel a vírus nem rendelkezik reverz transzkriptáz (RT) aktivitással. A vírus genomszerkezete ismert, strukturális (*core*, burok) és nem strukturális (NS) proteinek kódot, melyek egy része enzimfunkcióval rendelkezik, így helikáz, proteináz (NS3) vagy RNS polimeráz (NS5B) aktivitásúak.

A vírus különös sajátossága a nukleotid szekvenciájának variabilitása, melyért elsősorban a virális RNS-dependens RNS polimeráz pontatlansága felelős. Mindez úgynevezett *quasispecies*, azaz egy adott gazdában lévő, nagymértékben hasonló, de egymástól genetikailag némileg eltérő komplex víruspopuláció kialakulását eredményezi. Ez annak a következménye, hogy a humán DNS-hez képest a HCV-bázisok mutációs rátája mintegy 106-szor nagyobb (Hayashi et al., 1999), és ez egyben a sikeres vakcina kialakításának egyik gátló tényezője is.

A HCV patogenetikai szerepének megértése szempontjából lényeges, hogy a HCV egyéb sejtekben, így a limfocitákban is replikálódik. A vírus transzmissziójában és/vagy eliminációjában jelentős szerepe lehet az erythrocyták HCV-kötő képességének, melyre munkacsoportunk derített fényt (Simon et al., 2003; Lotz et al., 2002).

A HCV és a tumorkialakulás szempontjából számos adatot kell figyelembe vennünk. A HCV sejt-proliferációt moduláló hatása ismert, a core komponens több különböző virális és celluláris gén (beleértve a c-myc, c-fos, RB, p53 etc.) transzkripció regulátora. Több ún. nem-strukturális (NS) HCV géntermék hasonló moduláló szerepe ugyancsak igazolt.

A HCV-fertőzés során jól ismert a lipid metabolizmus zavara; a zsíros degeneráció gyakori jelenség a májszövetben (Schaff et al., 1998). A

szteatózis funkcionális következménye, hogy fokozódik a lipid peroxidáció, mely reaktív oxigénradikálok képződése révén DNS-károsodást okozhat, és karcinogén hatású lehet. Mindez jelenleg csak transzgen egerekben tett megfigyelés, azonban lényeges lenne annak egyértelmű tisztázása, hogy hasonló mechanizmus működik-e a HCV-fertőzött betegekben is. Mindez azonban arra utal, hogy egyes HCV proteinek közvetlenül interferálhatnak a sejt metabolizmus egyes folyamataival, proliferációt szabályzó faktorokkal, azaz a HBV-hez hasonlóan a HCV virális proteinek is onkogén tulajdonságúak lehetnek.

A HBV és HCV-asszociált HCC patomechanizmusának közös útjai

A HBV és HCV tehát részben direkt, részben indirekt, egymást erősítő utakon, a kóros, genetikailag károsodott sejtek fokozott proliferációja következményeként vezethetnek HCC kialakulásához. A fentiek alapján, a gazdaszervezet immunválaszától és a vírus sajátosságaitól függően változó mértékű és arányú krónikus gyulladás alakulhat ki. Emellett egyes virális fehérjék, így elsősorban a HBV-HBx és a HCV core proteinje közvetlenül interferálhatnak egyes sejt-szaporodással, növekedéssel felelős géntermékekkel, elsősorban egyes tumorszuppresszorgén termékekkel. HBV-fertőzés esetén a vírus-DNS gazdasajt-DNS-betörtető integrációja fokozhatja a sejtgenom instabilitását, mely tovább kedvez hibás génállományú sejtek kialakulásának. A fokozott sejtproliferáció a genetikusan károsodott sejtek klonális expansziójához vezethet, ami végül daganatképződést okozhat.

A DNS *mikroarray* technikán alapuló legújabb vizsgálatok kimutatták, hogy a HCV- és HBV-fertőzés asszociált májrákok eltérő génexpressziós mintát mutatnak, mely eltérések főleg karcinogén metabolizáló és detoxikáló enzimeket érintenek. Ez az adat a vírusfertőzés és a májrák kialakulása közti

ész-szefüggést helyezi új megvilágításba. Legújabban egyesek azt találták, hogy a HBV okozta májrákok sokkal több gén fokozott vagy csökkent expressziójában különböznek a környező májtól, mint az a HCV-asszociált HCC-k esetében megfigyelhető. Ez azt feltételezi, hogy a HBV okozta rákok „drámaibb”, alapvetőbb genetikai változást jelentenek a kialakulás szempontjából, mint a HCV-fertőzéssel kapcsolatosak. Másfelől arra is utal, hogy a HCV okozta cirrhosis már hordozza a daganatos fenotípus számos molekuláris elváltozását. Az utóbbi kialakulásában feltételezhetően a sejtkárosodást követő proliferációnak és gyulladásnak, mely a környező májszövetben zajlik, nagyobb szerep jut, mint a vírus direkt karcinogén hatásának, amely azonban nem elhanyagolható.

Számos malignus daganat esetében a legfontosabb etiológiai faktor szerepe tisztázatlan, így a kezelés is csak tüneti és nem oki jellegű. A HBV és HCV fent vázolt májrák okozó hatását ismerve azonban az oki kezelés lehetősége is adott. Sajnálatos

azonban, hogy ez nem vonatkozik a már kialakult, „öntörvényűvé” vált daganatra, hanem a jól körülhatárolható kóroki tényezők kiiktatására, megelőzésre, illetve a daganat előtti állapot/betegség kezelésére. A HBV-fertőzés megelőzésére alkalmazott hatékony vakcinák eredményei igazolják ennek igazságát, mely megelőző oltás hazánkban is elérhető és kiterjedten alkalmazott, különösen a veszélyeztetett populációkban. A HCV-fertőzéssel szemben megelőző oltás sajnálatosan még nincs. A HCV-fertőzés megelőzésére elsősorban a fertőzést átvívó vér/vérkészítmények megfelelő vírusmentességét és a véradók szűrését kell biztosítani. A HCV-fertőzött, krónikus hepatitiszben szenvedő betegek esetében a megfelelő antivirális kezelés és a kofaktorok (elsősorban az alkohol) mellőzése lehet a rákmegelőzés hatékony módszere.

Kulcsszavak: *hepatitisz B, hepatitisz C, hepatocelluláris karcinóma, máj, hepatokarcinogenezis*

IRODALOM

- Aizawa, Yoshio – Shibamoto, Y. – Takagi, I. et al. (2000): Analysis of Factors Affecting the Appearance of Hepatocellular Carcinoma in Patients with Chronic Hepatitis C. *Cancer*. 89, 53–59.
- Andrisani, Ourania M. – Barnabas, Sangeeta (1999): The Transcriptional Function of the Hepatitis B Virus X Protein and Its Role in Hepatocarcinogenesis. *International Journal of Oncology*. 15, 373–379.
- Barba, G. – Harper, F. – Harada, T. et al. (1997): Hepatitis C Virus Core Protein Shows a Cytoplasmic Localization and Associates to Cellular Lipid Storage Droplets. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 94, 1200–1205.
- Bosch, F. Xavier (1997): Global Epidemiology of Hepatocellular Carcinoma. In: Okuda, Kunio – Tabor, Edward (eds.): *Liver Cancer*. Churchill Livingstone, New York, 13–28.
- Bréchet, Christian – Gozuacik, D. – Murakami, Y. et al. (2000): Molecular Bases for the Development of Hepatitis B Virus (HBV)-related Hepatocellular Carcinoma (HCC). *Seminars in Cancer Biology*. 10, 211–231.
- Buendia, Marie-Annick (1998): Hepatitis B Seminars in *Cancer Biology Viruses and Cancerogenesis. Biomedicine & Pharmacotherapy*. 52, 34–43.
- Buendia, Marie-Annick (2000): Genetics of Hepatocellular Carcinoma. *Seminars in Cancer Biology*. 10, 185–200.
- Chisari, Francis V. (2000): Viruses, Immunity, and Cancer: Lessons from Hepatitis B. *American Journal of Pathology*. 156, 1118–1132.
- Cohen, Jon (1999): The Scientific Challenge of Hepatitis C. *Science*. 285, 26–30.
- Di Bisceglie, Adrian M. (1997): Hepatitis C and Hepatocellular Carcinoma. *Hepatology*. 26, 34S–38S.
- Feo, Francesco – Pascale, R. M. – Simile, M. M. et al. (2000): Genetic Alterations in Liver Carcinogenesis: Implications for New Preventive and Therapeutic Strategies. *Critical Reviews in Oncogenesis*. 11, 19–62.
- Hayashi, Junpei – Aoki, H. – Arakawa, Y. et al. (1999): Hepatitis C Virus and Hepatocarcinogenesis. *Intervirology*. 42, 205–210.
- Kew, Michael C. – Yu, M. C. – Kedda, M. A. et al. (1997): The Relative Roles of Hepatitis B and C Viruses in the Aetiology of Hepatocellular Carcinoma in Southern African Blacks. *Gastroenterology*. 112, 184–187.

- Kiss András–Lotz G. –Kaposi-Novák P. –Schaff Zs. (2002): Hepatitis vírusok és hepato-carcinogenesis. *Orvosi Hetilap*. 143, 83–86.
- Lotz Gábor–Simon Zs. –Szalay F. et al. (2002): Localization of Hepatitis C Virus RNA on Human Red Blood Cells by RT - In Situ PCR Technique. *Scandinavian Journal of Gastroenterology*. 37, 578–584.
- Ozturk, Mehmet (1999): Genetic Aspects of Hepatocellular Carcinogenesis. *Seminars in Liver Diseases*. 19, 235–242.
- Schaff Zsuzsa –Lapis K. –Henson, D. E. (1993): Liver. In: Henson, Donald Earl –Albores-Saavedra, Jorge (eds.): *Pathology of Incipient Neoplasia* (2nd edition). *Major Problems in Pathology*. Vol. 28, W.B. Saunders Co. Philadelphia–London–Toronto, 151–166.
- Schaff Zsuzsa – Lotz G. – Eder, G. – Schulte-Hermann, R. (1998): Pathomorphology and Apoptosis in Viral Hepatitis. In: Schinazi, Raymond F. –Sommadossi, J-P. –Thomas, H. (eds.): *Therapies for Viral Hepatitis*. Int. Med. Press Ltd., London, 77–86.
- Simon, Susan – Lotz G. – Kury, F. et al. (2003): In Situ Localization of PCR-Amplified Hepatitis C Virus RNA on Human Erythrocytes. In: Schinazi, Raymond –Sommadossi, J-P. –Rice C. (eds.): *Frontiers in Viral Hepatitis*. Elsevier, Netherlands, 131–138.
- Tabor, Edward (1999). Hepatitis C Virus and Hepatocellular Carcinoma. *Proceedings of the American Association for Cancer Research*. 40, 749–750.



A KÉPALKOTÓ ELJÁRÁSOK LEHETŐSÉGEI DAGANATOKNÁL

Gődény Mária

PhD, Radiológiai Diagnosztikai Osztály, Országos Onkológiai Intézet
godony.maria@oncol.hu

A radiodiagnosztika utóbbi években ugrás-szerűen megnőtt klinikai jelentősége egyrészt a rákbetegség incidenciájának növekedésével, másrészt az agresszív kemoterápia alkalmazásával függ össze, ami képalkotó módszerek kontrollja mellett történik. A technika rohamos fejlődésével a képalkotói diagnosztika egyre több fontos kérdésre ad pontos választ, azonban költsége egyre magasabb. Ahhoz, hogy megindokoljuk a beruházással és működéssel járó költségeket, kíváncsiak, hogy több szempontból analizáljuk a képalkotói módszerek alkalmazását, hatását a rákos megbetegedések kezelhetőségére.

Egy vizsgáló módszer akkor alkalmas a népesség meghatározott cél szerinti *szűrésére*, azaz egy klinikailag még tünetmentes daganat megtalálására, ha a módszer által nyújtott előnyök valamint a daganat potenciális kezelhetősége és költsége egyensúlyban vannak.

Klinikai tünetek esetén a daganatdiagnosztika első lépése a tumor megtalálása, *detektálása* és a *diagnózis* föllállítása. *Stádium meghatározáskor* a primer tumort és környezetét (T) analizáljuk, a regionális nyirokcsomóáttétek (N) régióit mérjük fel, és a távoli áttétek (M) kimutatására törekszünk. *A terápia hatékonyságának* értékelésekor a daganat méretének és szerkezetének változását kell terápiás válaszként értékelnünk. Terápia után *követéses kontrollvizsgálatok*

szükségesek, hogy az esetleg újra megjelenő vagy növekvő daganatot a lehető legkorábban kimutassuk, és újabb, aktuális stádiumot határozzunk meg (Bragg et al., 2002).

Képalkotó eljárások

A képalkotó eljárások alkalmazása során különböző hullámhosszúságú és rezgésszámú elektromágneses sugárzást bocsátunk a testbe, majd a szervezetből kilépő jeleket feldolgozzuk, átvilágító ernyőn, röntgenfilmen, detektor- és komputerrendszer segítségével, tévémonitoron képet alkotunk belőle. A réteg képalkotó digitális módszerek közül, az ultrahangvizsgálat (UH), a computer-tomográfia (CT), a mágneses rezonanciás vizsgálat (MR), valamint a szervezetbe juttatott izotóp sugárzásának értékelésén alapuló pozitronemissziós tomográfia (PET) kiváló lehetőségek a daganat korai kimutatásában, a stádium meghatározásában, a terápiás hatékonyság vizsgálatában, a beteg követésében, a recidívák (visszatérő tumorok) korai megtalálásában és pontosabb leírásában. Ezen módszerek elterjedésével a hagyományos röntgenvizsgálatok valamint az angiográfia diagnosztikus alkalmazása csökkent. (Gődény – Péter, 2002)

Napjainkban az onkológiai diagnosztika horizontját a képek digitális kiértékelése, archiválása, elektronikus továbbítása, a digitális konzultáció lehetőségei is kiszélesítik. A fejlődés az ún. filmnélküli radiológia felé vezet

(PACS – picture archiving and communication system). Az ún. CAD (computer assisted diagnosis) módszerek segítik a vizsgálatok értékelését, például emlő-, tüdőgócok megtalálását.

Hagyományos röntgenvizsgálat

A hagyományos röntgenvizsgálat a háromdimenziós test kétdimenziós vetületét szolgáltatja, az egymás mögött elhelyezkedő szövetek sugárbesorpciósi értékei összegeződnek a röntgenfelvételen, a fluoreszkáló emyőn vagy indirekt módon képerősítő és tévékamera rendszeren át a monitoron.

A legáltalánosabban alkalmazott hagyományos röntgen módszer a szummációs mellkasfelvétel, melyen kedvező elhelyezkedés mellett 1 centiméteres tüdőgóc már jól látható, de a gátor (mediastinum) képleteinek analizésére a röntgenfelvétel kevésbé alkalmas, mivel általában csak 3 cm-nél nagyobb elváltozás az, ami tumor gyanúját kelti. Primer csonttumorál a röntgenfelvétel érzékenysége és fajlagossága magas, áttétes csontdaganatnál alacsonyabb. Csontáttét (metasztázis) a röntgenfelvételen többnyire csak akkor vehető észre, ha mérete meghaladja az 1 cm-t. A röntgen mammográfia az emlők alapvizsgálata, korai rákot is kimutat, kiváló szűrőmódszernek tekinthető (Heywang-Kobrunner et al., 1997). A tápcsatorna belső felszínének megítélésére az endoszkópia mellett a kontrasztanyaggal készült röntgenvizsgálatot alkalmazzuk.

Digitális radiográfia

A digitalizált radiográfia a röntgenfilm vagy az átvilágító emyő helyett olyan speciális lemezt használ, amelyről a test sugárbesorpciójával arányosan tárolt energiát leolvasó lézersugár szabadítja fel, majd a rendszer digitalizálja az adatokat és átalakítás után monitoron vagy filmen jeleníti meg. A priméren digitális radiográfia a testen áthaladó röntgensugarat intenzitásának megfelelően elektromos, majd

közvetlenül digitális jellé alakítja. A digitális adatokat könnyen lehet tárolni, és utólagos feldolgozásra alkalmasak.

Digitális képalkotó módszerek

Az összes radiológiai képalkotó módszernél a kép keletkezése analóg adatgyűjtéssel történik, és az analóg jeleket (elektromos áram) digitalizáljuk. Az UH, CT és az MR képfelhasználásában a digitális jelalakítás alapvetően meghatározó folyamat, emiatt ezeket tekintjük elsődlegesen digitális képalkotó módszereknek.

Ultrahang vizsgálat (UH)

UH alkalmával a vizsgálatra kijelölt régióba hanghullámokat bocsátunk, melyek a testben továbbhaladva eltérő akusztikus keménységű szövetekkel találkoznak. Az UH nyaláb akusztikus határfelülethez érve a felületen részben áthalad, részben visszaverődik. Az orvosi diagnosztikában a visszaverődést és részben a szóródást detektáljuk. A máj, lép, vese és egyéb parenchymás szervek szerkezete a szóródás és az interferencia jelenség eredményeként jelenik meg. A vér áramlásának sebessége Doppler-vizsgálattal mérhető, az áramló vér Color Doppler- és Power Doppler-vizsgálattal ábrázolható. (Harkányi, 2001)

Az UH elsősorban a lágyrész elváltozások megítélésére szolgál, számos daganat felismerésében első vizsgálómódszerként javasolható. Csaknem minden szervünk vizsgálható ultrahanggal, kivéve a csont és a légtartó tüdő. Az egyes szervek daganatos betegségét eltérő pontossággal lehet kimutatni, az UH elsődleges eljárás a máj, vese gócos betegségeiben.

Főleg gyermekek, fiatalok vizsgálatánál előnyös szempont, hogy nem-ionizáló sugárzás, mai ismereteink szerint nem fejt ki káros biológiai hatást. A költséghatékonyság nem elvethető megfontolás, mivel az ultrahang vizsgálat költsége jelentősen kisebb, mint az

egyéb radiológiai módszereké. A módszer korlátja, hogy nem ad átfogó képet, értékelése szubjektív, vizsgáló-függő, kevésbé standardizálható, mint a CT vagy az MR-vizsgálat.

A korszerű berendezések kiváló térbeli felbontást biztosítanak, nemcsak anatómiai ábrázolást, hanem a daganatos erek vizsgálatát is lehetővé teszik. A módszer érzékenysége folyamatosan növekszik, de specitása nem változott lényegesen. Ez is indokolja, hogy daganatnál az esetek többségében az UH-t egyéb módszer is kövesse – CT, MR vagy vezérelt biopszia.

Komputertomográfia (CT)

A CT olyan rétegfelvételi eljárás, amely a test keresztmetszetének szerkezetétől függő sugárabszorpciós értékeit az alkotók térbeli megoszlása szerint, mátrixkép formájában ábrázolja. A CT a hagyományos röntgenvizsgálatnál kisebb elváltozásokat (néhány millimétert) is kimutat. A sűrűségmérés révén az elváltozás szerkezetéről is vélemény adható. Jódot tartalmazó kontrasztanyag alkalmazása javítja a lágyrész-felbontó képességet, könnyebbé teszi a kóros elváltozás elkülönítését. *Dinamikus CT* vizsgálatkor, gyors szkennelést alkalmazva, a kontrasztanyag-eloszlást az idő függvényében vizsgáljuk, a szerv vagy egy körülírt elváltozás erezttségéről nyerhetünk értékes adatokat.

A CT annak ellenére, hogy a biológiailag negatív (ionizáló) röntgensugár abszorpcióján alapszik, jelenleg a legjobb tulajdonságokat egyesíti magában, vagyis gyors időbeli, nagy térbeli és jó lágyrész-felbontása pontos képalkotást biztosít, standardizálhatósága, reprodukálhatósága kitűnő. Ezen előnyös tulajdonságai révén a CT a daganatok vizsgálatában a diagnosztika alapmódszerévé vált, ma a leginkább használt képalkotói módszer.

A hagyományos CT-nél külön-külön készülnek a szeletek. Az egyes szeletek között a beteg mozgatása szakaszos. A *spirál vagy*

helikális CT esetében a mérési eredmények egy meghatározott test térfogat adatait mutatják, és nem marad ki információ. Mellkasi és hasi szervek vizsgálatára a spirál CT alkalmasabb, mivel az egy légvétel alatt készült mérés pontosabb, több és kisebb méretű elváltozás mutatható ki, mint konvencionális CT-vel. A spirál CT esetében, mivel a vizsgálati idő rövidebb, az intravénásan adott kontrasztanyag hatását tetszőleges fázisban tudjuk meghatározni, ez javítja a lágyrészdaganatok értékelését. A spirál CT megjelenésével vált lehetővé a test háromdimenziójú (3-D) adatgyűjtése és feldolgozása. A priméren haránt síkú adatfelvétel mellett a volumetrikus adathalmazból számítógépes feldolgozással másodlagos rétegek, egyéb síkú ábrázolás is készíthető. A *CT angiográfia* az erősen kontrasztolt erek 3-D rekonstrukciós képe. A *virtuális endoszkópia* (sinoscopy, bronchoscopy, colonoscopy) a 3-D adatok számítógépes rekonstrukciójával a tápcsatorna, légutak belső felületeit az endoszkóphoz hasonlóan jeleníti meg.

Az utóbbi években a szimpla detektoros spirál CT (SDCT) után megjelent és elterjedt a *multidetektoros spirál CT (MDCT)*, mely a másodperc töredéke alatt készít egyszerre több szeletet, még gyorsabb kontrasztdinamikát és jobb térbeli ábrázolást nyújt. (Reiser, 2002)

Mágneses rezonancia (MR)

Az emberi szövetek és sejtek mágneses rezonanciás vizsgálata a hidrogénatomok vizsgálatára épül, a szervezetben lévő hidrogénatomok megoszlásáról és kötöttségi állapotáról ad tájékoztatást. Az MR kiváló szöveti kontrasztja és többsíkú ábrázolása a kóros elváltozás hatékonyabb elkülöníthetőségét teszi lehetővé. Az MR azokban az esetekben is hasznos, ha a CT vizsgálat kontrasztanyag-érzékenység vagy rossz vesefunkció miatt nem végezhető el. Ionizáló sugárzás nélküli vizsgálat, ismerete-

ink szerint káros biológiai hatás nélkül. Terhes nőknél, gyereknél sugárkímélés céljából is történhet MR vizsgálat, CT helyett.

Az MR korlátja, hogy a CT-hez viszonyítva költségesebb, a vizsgálati idő hosszabb, a módszer nehezebben elérhető. Egyes, a testbe került mágnesezhető fémek a beteg számára veszélyt jelenthetnek (például *pacemaker*; agyi aneurizma *clip*, *cochlearis* implantátum és régi típusú szívbillentyű), így azok a vizsgálatot ellenjavallják. Veszélyt nem jelentő fémeknél képet zavaró műtermékkel számolhatunk. A daganatvizsgálatra előnyösebb nagy térerejű (1-1,5 Tesla) gépek többnyire zárt berendezések, és a betegek 4-6 %-ánál bezártságérzést okoznak.

A módszer előtt még hatalmas lehetőségek állnak. Folyamatosan javul a vizsgálat felbontása, a *magasabb térerejű (3T)* berendezések elterjedésével, gyorsabb mérismódok és érzékenyebb antennák fejlesztésével. Már lehetőség van a teljes test MR vizsgálatára is, valamint már forgalomba került nagy térerejű, nyitott berendezés is. Az általánosan alkalmazott, extracelluláris térben halmozódó gadolíniumos kontrasztanyagok mellett a *szövetspecifikus kontrasztanyagok* (májsajt által kiválasztódó, Kupffer-sejtek által tárolt ún. RES-specifikus) a vizsgálat diagnosztikus felbontóképességet javítják.

Dinamikus MR vizsgálatnál az intravénásan adott kontrasztanyag megjelenését, megoszlását a szövetekben az idő függvényében vizsgáljuk, leggyakrabban máj, emlő, kismedencei daganatok megítélésére, terápia utáni hegesedés, recidív tumor elkülönítésekor alkalmazzuk.

Az *MR-angiográfia (MRA)* részben átvette a katéteres angiográfia diagnosztikus szerepét, indikációja, pontossága a CT-angiográfiához hasonló. Az *MR-kolangio-pankreatográfia (MRCP)* kontrasztanyag adása nélkül ábrázolja az epeutakat valamint a hasnyálmirigyevezeteket, mellette az ERCP (endoszkópos

retrográd kolangio-pankreatográfia) és PTC (perkután transzhepatikus kolangiográfia) terápiás feladatot lát el. Az *MR-myelográfia* a gericcsatorna szűkületét szemlélteti. Az *MR-limfográfia* vas-oxid tartalmú kontrasztanyag (ultra small part iron oxid – USPIO) intravénás alkalmazása mellett vizsgálja a nyirokcsomókat, a daganatos góc nem veszi fel a kontrasztanyagot. Az *MR-spektroszkópia (MRS)* biokémiai analízist végez, tumor-karakterisztikus regionális biokémiai státuszt mér fel, fontos metabolikus folyamatokról informál. Példaként, prosztatákarcinómánál a citrát-, kolin- és creatininszint arányaiból következtet a szöveti rosszindulatúság fokára. Klinikai jelentősége a recidívák korai kimutatásában, a kezelés utáni hegesedés, a recidív tumor elkülönítésében, a terápia hatékonyságának követésében van. (Hulse – Carrington, 2004)

Az MR a központi idegrendszer optimális vizsgáló módszere, a gerincvelő megítélésére elsődlegesen alkalmazzuk. A mozgatórendszer, fej-nyak régió lágyrész-daganatainak ábrázolására az MR alkalmasabb eljárás, mint a CT. A has, főleg a máj és a kismedencei szervek megítélésében egyre növekszik az MR jelentősége. (Gődény, 2001a) A mellkasi szervek daganatainál az MR a CT leletet egészíti ki, valamint differenciál diagnosztikai célra alkalmazzuk (Gődény, 2001b).

Nukleáris medicina, izotópvizsgálat

Az izotóppal megjelölt speciális kémiai vegyület (radiofarmakon) különböző anyagcsere folyamatokba lép be, például csontanyagcserébe és funkcionális eltérésekről, áramlásviszonyokról is tájékoztat az aktivitás eloszlása alapján. A nukleáris diagnosztika feloldóképessége erősen elmarad a radiológiai módszerekétől, és a tünetek sokszor nem specifikusak. A módszer többnyire érzékenyen jelez bizonyos elváltozásokat, például csontképződést, de gyakran nem mondja meg, hogy milyen kórfolyamat hozta

létre, sőt azt sem, hogy biztosan kóros-e. Az élettani, degeneratív, gyulladásos vagy tumoros folyamatok megkülönböztetése sokszor csak egyéb vizsgálatok figyelembe vételével lehetséges. Csontáttét klinikai gyanújakor, amennyiben az izotópvizsgálat illetve a beteg fájdalmas régiójával korreláló röntgenfelvétel nem ad megfelelő eredményt, MR vagy CT vizsgálat végzendő. Az UH, CT és az MR számos vizsgálatot átvett a hagyományos izotóp diagnosztikától, így az agy, máj, eperendszer és lép vizsgálatait. A hagyományos diagnosztikában elsősorban a gammafotonokat kibocsátó izotópokat alkalmazzuk, mivel a képalkotás magas energiájú elektromágneses sugárzást igényel. A leggyakrabban alkalmazott detektor a gammakamera (szcintillációs kamera). Újabb és újabb farmakonok jelennek meg, keresik a tumorspecifikus anyagokat. Direkt tumor leképezéskor az alkalmazott radiofarmakon magában a daganatban halmozódik, „meleg” gócként jelentkezve a képen. Ha a kóros elváltozás nem veszi fel az izotópos vegyületet, de a környező ép szövet igen, akkor a góc „hideg” (indirekt tumor leképezés).

A hagyományos izotópmódszer rétegtechnikája a SPECT (single photon emission tomography), mely a rétegfelvételeket mozgó gammakamerákkal állítja elő.

Pozitron emissziós tomográfia (PET)

A PET olyan pozitront kibocsátó izotópokat alkalmaz (^{11}C , ^{13}N , ^{15}O , ^{18}F), melyek fontos biokémiai folyamatok részei, illetve anyagcsere folyamatokban résztvevő farmakonokat jelöl izotóppal (például cukor-, aminosav-anyagcsere stb.). A PET magas specificitású funkcionális képalkotó módszer, a radiofarmakon a megnövekedett anyagcseréjű tumorszövetbe fokozottabban épül be, leggyakrabban a glükóz anyagcserét vizsgáljuk, és glükóz analóg farmakont (2-fluoro-2-deoxy-D-glucose – FDG) használunk. (Kálvin et al., 2002)

A PET érzékeny módszer a daganat megtalálásában, a terápia hatékonyságának mérésében, a metasztázis, recidív tumor kimutatásában, fontos szerepet játszik a műtét vagy sugárterápia után a kezelés következményeként kialakult hegesedés és a recidív daganat elkülönítésében is.

Költséghatékonyságot is analizáló felmérések szerint elsődlegesen agytumornál, tüdő- fej-nyak daganatnál, melanománál, emlőráknál, nyelőcső-, végbélráknál és limfómánál (a nyirokrendszer daganatainál) mutatták ki a PET alkalmazásának előnyeit. Ugyanakkor rávilágítottak arra, hogy gyulladásos szövetnél illetve terápia hatására is fokozott halmozás, azaz tumor szempontjából fals pozitívítás jöhet létre. (Husband – Reznek, 2004)

A módszer igen nagy jövő elé tekint, újabb és újabb jelzőanyagok (tracer) kerülnek alkalmazásra, melyekkel nemcsak a metabolikus folyamatokról, hanem a sejtburjánzásról, sejtmembrán áteresztő képességről, sejtpusztulásról és oxigén ellátottságról is információ szerezhető. A hipoxia a daganatterápia hatékonyságát csökkenti. A *hypoxia-imaging* (hipoxiát kimutató képalkotás) alkalmazásával meg lehet jósolni a terápia hatékonyságát.

A PET térbeli felbontása alacsony így az anatómiai képekkel történő fúzió szükséges ahhoz, hogy a kóros metabolikus aktivitás pontos helyét meghatározzuk. A PET/CT berendezés a két módszert egyszerre alkalmazza, ezáltal a PET érzékeny anyagcsereaktivitás-megjelenítése a CT pontos szövetanatómiájával párosul. Az együttműködés hatása nemcsak additív, hanem szinergista is, a diagnosztika hatékonyságát tovább növelve. A PET indikációját 85–90%-ban a daganatok szolgáltatják.

A PET költséges módszer, jelenleg Magyarországon igen nehezen hozzáférhető vizsgálat (csak egy PET berendezés finanszírozott, az újonnan telepített két PET/CT vizsgálatainak költségtérítése még kérdéses),

így csak azokban az esetekben alkalmazzuk, ha olyan betegcsoportnál kell állást foglalnunk, melynél a metasztázis gyakran fordul elő, az elvégzett anatómiai vizsgálo módszerek állásfoglalása bizonytalan volt, és az áttét igazolása a terápia meghatározása szempontjából jelentős.

Intervencionális radiológia Angiográfia

A digitális rétegeképalkotók elterjedésével az angiográfia alkalmazása és szerepe megváltozott, diagnosztikus célzattal daganatos betegnél érfeltöltést csak akkor végzünk, ha a tervezendő műtét előtt a daganat erezettségéről, tápláló és szomszédos ereiről akarunk tájékozódni. Daganatoknál az angiográfia szerepe döntően terápiás, egyrészt a daganatos erek embolizálása, a daganat szelektív katéteres citosztatikus kezelése, másrészt a daganat által összenyomott, szűkített, normál szöveteket ellátó erek tágitása.

Képalkotók által vezérelt mintavétel, tumoreltávolítás

A kérdéses elváltozásból átvilágítóemyő alatt, UH, CT vagy MR segítségével mintát tudunk venni, sejteket (aspirációs citológia) vagy szövethengert (core biopszia) nyerhetünk, így közvetve szövettani pontosságú diagnózishoz juthatunk. A CT által vezérelt biopszia sok esetben pontosabb és biztonságosabb, mint az átvilágítóemyő- vagy UH-vezérelt. MR-vezérelést egyébbel nem ábrázoló dó lágyrésztumoroknál, megfelelő feltételek mellett végzik.

A képalkotók szerepet játszanak bizonyos tumor góccok hatástalanításában (percután tumorablatio), célzott alkoholos befecskendezéssel (PEI – percutaneous etanol injection), fagyasztásos módszerrel (CRYO) vagy a tumort koaguláló energia (radiófrekvenciás hullám, lézer) gócba juttatásával. A vezérlés UH-, CT- és MR-rel történhet. Főleg a máj daganatainak kezelésére terjedt el, de alkalmazzák egyéb szervnél (tüdő, vese,

csont, emlő) is. A fókuszált ultrahang (FUS) ép bőrön át, MR-vezérelten juttatja a terápiás energiát az eltávolítandó gócba.

Konklúzió

A daganatok számos sejtoszláson mennek keresztül addigra, mire néhány milliméteres vagy akár már néhány centiméteres nagyságban a képalkotókkal felismerhetővé válhatnak. Az 1 cm-nél kisebb tumorok, az ún. csendes periódusban (silent interval) évekig növekedhetnek, és már a növekedésüket biztosító saját érellátás (angiogenezis) is megkezdődik náluk, mire felfedezésre kerülnek.

A képalkotó vizsgálo módszerek eredménye befolyásolja a terápia megválasztását. A téves diagnózis, a rosszul felbecsült stádium hátrányosan befolyásolja a beteg sorsát azáltal, hogy a terápia kijelölése nem megfelelően történik. Fontos annak meghatározása, hogy a daganatos elváltozás körülírt-e vagy sem, hiszen a lokalizált tumor ellátása elsődlegesen sebészi vagy sugárterápia. Mindenkör mérlegelendő a primer daganat nyirokregiója, érkeringéssel való kapcsolata, azaz az áttétképződés lehetőségei. A szétszóródott tumor ellátása alapvetően nem sebészi, hanem gyógyszeres kezelés. (Eckhardt, 1997; Kásler, 2001)

A képalkotó vizsgálo módszerek azáltal, hogy kimutatják a tumor méretét, tumoros invázió mélységét, környező szövetek érintettségét, a nyirokcsomók állapotát, valamint a távoli metasztázisokat, morfológiai prognosztikai faktorokat határoznak meg, jelentőssé vált a szerepük és a felelősségük is.

Stádiummeghatározó alapvizsgálatnak jelenleg a CT és az MR tekinthető. A daganat kimutatásakor, vizsgálatakor sokszor végzünk ultrahangvizsgálatot, mely megtalálja a daganatot, kiegészíti a stádiummeghatározást (például: felületi lágyrésztumomál, nyelőcső-, gyomor-, végbéldaganatnál), és analízáló részfeladattal is rendelkezik. A hagyományos röntgen, mellkas és tápcsatorna, valamint

csont vizsgálatait, néha alkalmasak egy elváltozás kimutatására, de a tumorstádium pontos meghatározására nem. A technikai fejlődés eredményeként előtérbe kerülnek a funkcionális képalkotó módszerek (izotóp-SPECT, PET, MRS), a metabolikus elváltozások megjelenítése. A metabolikus folyamatok megjelenítése a daganatok normálistól eltérő, különböző mértékben fokozott anyagcsere folyamatának detektálásán alapszik. A radioizotóp technikával a tumor metabolizmusa megjeleníthető, például csontmetasztázis vizsgálatkor a módszer a tumor stádiumát egészíti ki. A nukleáris medicina legnagyobb előrelépését a PET klinikai alkalmazása jelentette. PET vizsgálat, megfelelő kapacitás mellett, a CT vizsgálattal együtt jelentené a stádium meghatározás alapját, ezt támasztja alá a PET/CT berendezések nagyléptékű terjedése is.

A rákbetegség kezelésének követése a radiológia egyik legdinamikusabban fejlődő és növekvő területe. Olyan módszerekre van szükség, amely fel tudja mérni a terápia hatékonyságát abból a célból, hogy nem kielégítő terápia esetén minél hamarabb lehessen változtatni. A diagnosztika feladata, hogy kövesse a betegséget, és a nem aktív tumorszövetet a tumoros maradványtól elkülönítse. Feladata az is, hogy minél korábban kimutassa a visszanőtt daganatot, és újabb, pontos stádiumot határozzon meg.

A jövőbe tekintve, új lépésként az orvosi képalkotó módszerek az *in vitro* megközelítésről áttérnek az *in vivo* képalkotásra. Lehetővé válik, hogy a modern nagyítási technikákkal a mikroszkopikus, a genetikai vagy akár a sejtszinten zajló metabolikus elváltozásokat is képpé tudjuk alakítani, hogy meghatározzuk a tumor tulajdonságát és mikrokörnyezetét, beleértve a sejtek sűrűségét, direkt terjedésének módját. A közeljövőben a molekuláris vagy mikrosz-

kopikus képalkotók feladata lesz a folyamatok ábrázolása is.

A múlt század képalkotó módszerei a fizikai felfedezéseken alapultak, anatómiai információkat szolgáltatnak, statikus vagy dinamikus információt nyújtanak. Jelen század dinamikusan fejlődő képalkotása funkcionális, molekuláris viszonyokat szándékozik megjeleníteni, biokémiai, molekuláris biológiai, genetikai alapokon a rák keletkezését, terjedését, és az ezzel kapcsolatos jelenségeket célozza meg. A molekuláris képalkotás tumor metabolizmust, tumor erek képződését, a sejtfal áteresztő képességét, a daganatos szövet oxigénnel való ellátottságát, a programozott sejthalált, sejtburjánzást, sejtingegritást vizsgál.

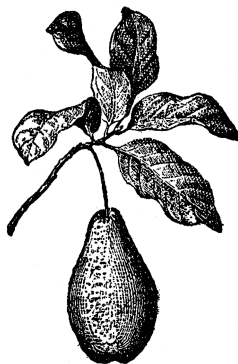
A dinamikus és a perfúziós CT és MR vizsgálat az angiogenezist jeleníti meg, és abból következtetünk a daganat természetére. A terápia sikerét jelezheti a daganat keringésének csökkenése, megszűnése, melyet a képalkotó módszerek jelezhetnek. Az MR és a PET fontos szerepet játszik a terápia utáni hegesedés és a visszatért daganat elkülönítésében.

A hatékony és korszerű onko-terápia és -diagnosztika multidiszciplináris kommunikáción alapul, a diagnosztikus és terápiás szakemberek szoros együttműködésén, szervezett konzultáción, ahol a rutinszerűen alkalmazott protokollok (Gödény, 2004) mellett az egyéni diagnosztikus és terápiás megbeszélésre is lehetőség van. A radiológus az onkoterápiás és diagnosztikus team tagja, feladata és felelőssége, hogy megfelelő képalkotói protokollt válasszon, megfelelő diagnosztikus módszert, metodikát és standard minőséget alkalmazzon.

Kulcsszavak: hagyományos röntgen, digitális radiológia, UH, CT, MR, PET, angiográfia, vezérelt biopszia

IRODALOM

- Bragg, David G. – Rubin, P. – Hricak, H. (2002). *Oncologic Imaging*. Saunders
- Eckhardt Sándor (1997): *Klinikai onkológia*. Medicina, Budapest
- Gődény Mária (2001a): Az MR szerepe a tumorok diagnosztikájában. IAM – (Lege Artis Medicinae). 11, 12–25.
- Gődény Mária (2001b): The Examination of Thoracic Metastases with Imaging Methods. In: Besznyák István (ed.) *Diagnosis and Surgery of Organ Metastases*. Hungarian Academy Publisher, Budapest
- Gődény Mária – Péter M. (2002): Képkalkotók a daganatok diagnosztikájában. In: Kopper László – Jeney András (eds.): *Onkológia a géntől a betegágyig*. Medicina, Budapest, 231–254.
- Gődény Mária – Kásler Miklós (2004): A képkalkotóvizsgáló módszerek alkalmazása daganatok esetében. „Javaslat a képkalkotók alkalmazásához”. Magyar Onkológia. 48, 167–190. <http://www.webio.hu/huon/2004/48/2/0167/0167a.pdf>
- Harkányi Zoltán – Morvay Zita (2001) *Ultraszonográfia*. Minerva, Budapest
- Husband, Janet – Reznick, Rodney H. (2004): *Imaging in Oncology*. Taylor&Francis, London
- Hulse, Paul A. – Canington, Bernadette M. (2004): *MRI Manual of Pelvic Cancer*. Martin Dunitz, London
- Kálvin Beáta – Fekésházi A. – Lengyel Zs. et al. (2002): Költség-hatékony onkológiai PET-vizsgálatok. Magyar Onkológia. 46, 3, 203–223.
- Kásler Miklós (2001): *Az onkoterápia irányelvei*. B+V Lap- és Könyvkiadó Kft, Budapest
- Reiser, Maximilian F. – Takahashi, M. – Modic, R. – Bruening, M. F. (2002): *Multislice CT*. Springer Verlag, New York
- Rubin, Phillip (2001): *Clinical Oncology*. 8th Edition, W. B. Saunders Company
- Heywang-Kobrunner, Sylvia H. – Schreer, I. – Dershaw, D. D. (1997): *Diagnostic Breast Imaging: Mammography, Sonography, Magnetic Resonance Imaging and Interventional Procedures*. Thieme Verlag. Stuttgart–New York



A SEBÉSZI ONKOLÓGIA ALAPJAI

Besznyák István

az MTA rendes tagja, professor emeritus

Országos Onkológiai Intézet – besznyak@oncol.hu

A daganatokkal foglalkozó tudománynak, az onkológiának napjainkban is egyik legnagyobb problémája, hogy voltaképpen olyan kórképpel, betegségcsoporttal foglalkozik, amelynek oka a legtöbb területen ismeretlen. Kialakulásának folyamatáról már több ismerettel rendelkezünk. A kórismézésben a fejlődés jelentősnek mondható, a kezelésre alkalmazott módszerek pedig sokrétűek, a terápiás eredmények egyes területeken javulnak. Mégis azt kell mondanunk, jogos az érzés, hogy számos területen csak szerény eredményeket tudunk felmutatni a daganatos betegek kezelésében.

Amikor sebészi onkológiáról beszélünk, egy viszonylag fiatal szakterületről van szó, jóllehet a daganatok kezelése a múlt század közepéig gyakorlatilag döntő mértékben az operatív szakmák feladata volt, mivel más szakmák (radioterápia, kemoterápia, immunterápia, hormonterápia stb.) eredményei e téren meglehetősen szerények voltak. Ez a helyzet úgy módosult, hogy az operatív terápia mellé a kemo-radio-hormonterápia és az ún. szupportív kezelés is felzárkózott, ám még napjainkban is a sebészet (általánosságban az operatív ténykedés) az a szakterület, amely a szolid daganatok jelentős százalékában tehet valamit a daganatos betegségben szenvedők érdekében. Ez olykor csak a helyes kórisméhez segítő szövetmintavétel (biopszia), máskor egy elfogadhatóbb életminőség biztosítása vagy a közvetlen életveszély elhárítása, sürgősségi, illetve palliatív műtétek), de szerencsére nem ritkán a teljes gyógyulás elérése (kuratív műtétek).

A daganatsebészet kialakulásának első periódusában alapvetően egy mechanikus szemlélet uralkodott, hiszen akkor a daganatok keletkezéséről, terjedéséről, biológiai viselkedéséről még kevesebbet tudtunk, mint ma. Napjainkra azonban nyilvánvalóvá vált, hogy a daganatos megbetegedés biológiai probléma és nem csupán mechanikus „kés-kérdés”. Az egyik ember szervezetében kifejlődött makroszkóposan ugyanolyan nagyságú daganat viselkedése jelentős mértékben eltérhet egy ugyanolyan nagyságú és szervi lokalizációjú daganattól, amely egy másik egyén szervezetében fejlődött ki. Jóllehet sok tényezőt ismerünk, amely a daganat viselkedésére, növekedési tendenciájára, a gazdaszervezet daganatellenes védekezőképességére bizonyos információt adhat, ez irányú ismereteink még ma is meglehetősen szűk területre vonatkoznak, és nem mindig megbízhatóak. Ma éppúgy, mint évtizedekkel ezelőtt műtéti beavatkozásaink során arra törekszünk, hogy az észlelt daganatot teljes egészében távolítsuk el úgy, hogy a gazdaszervezetben ne maradjon visz-sza életképes daganatszövet, amely a kiújulás biztos veszélyét rejt magában. Didaktikai szempontból a sebészi onkológia feladatait az alábbiak szerint csoportosíthatjuk:

I. A SEBÉSZI ONKOLÓGIA SZEREPE A DAGANATDIAGNOSZTIKÁBAN

Míg a daganatos megbetegedés kórisméjének felállításában a legkülönbébb diagnosztikus eljárások kerülnek alkalmazásra, a sebészi onkológia a helyes kórisme szövettani

szintű eléréséhez szolgáltathat anyagot. Az alkalmazott módszerek az elváltozás elhelyezkedésétől és a daganat hozzáférhetőségétől függően alábbiak lehetnek (Aft, 2002):

1. ún. vékonytű-biopszia: az észlelt, feltételezeten daganatos természetű elváltozásból vékony lumenű tűvel, szívó hatás alkalmazása mellett kerül sor mintavételre, majd a kórszövettani feldolgozásra. Ezt a módszert gyakran a speciálisan képzett citopatológus végzi, és egyben értékeli is.

2. ún. core-biopszia: ez a módszer a fent említett eljáráshoz hasonló, csak nagyobb lumenű eszközzel kerül kivitelezésre, így henger alakú, nagyobb mennyiségű szövetmintát tartalmazó anyag kerül vizsgálatra.

3. ún. nyílt biopszia: ennek két fomáját különböztetjük el, az ún. incisional és az excisional biopsziát. Míg előbbi esetén kicsiny sebészi feltárásból a vizsgálandó daganat egy kis részét távolítjuk el, az utóbbinál az elváltozás in toto kerül eltávolításra. Alapvetően fontosnak tartjuk, hogy a diagnosztikus beavatkozást végző sebészi onkológus szoros kollaborációban legyen a megfelelően képzett patológussal, aki a módszer végzésében, értékelésében megfelelő tapasztalattal rendelkezik. A szoros és szakszerű együttműködés jelentőségét szinte nem lehet eléggé hangsúlyozni.

II. A SEBÉSZI ONKOLÓGIA SZEREPE A DAGANAT STÁDIUMÁNAK MEGÁLLA- PÍTÁSÁBAN (ÚN. STAGING):

A helyes műtéti megoldás és a komplex kezelés megválasztásához, bizonyos prognosztikai következtetések levonásához, a túlélés eredményeinek összehasonlításához kerül sor a daganat szervezetben lévő kiterjedésének megállapítására, az ún. *staging*-re (Besznay, 1997). A daganatos elváltozás lokalizációját, jellegét figyelembe véve e célra a laparotómia, laparoszkópia, mediasztinoszkópia, videothorakoszkópia, limfadenektómia, sentinel node biopszia tartoznak a

leggyakrabban alkalmazott sebészi eljárások közé. A sebészi staging eljárások mellett a daganatos folyamat biológiai viselkedése tekintetében napjainkban már számos más módszer is alkalmazásra került. Molekuláris és genetikai markerek vizsgálata, különböző speciális patológiai módszerek alkalmazása egyre nagyobb jelentőséget nyernek a betegek kivizsgálásában és a daganatos folyamat kiterjedésének, prognózisának felmérésében – ezáltal a követendő terápia meghatározásában. Úgy tűnik, hogy napjainkban már elfogadott ún. klinikai staging mellett mind nagyobb jelentősége lesz a daganatok kezelésében az ún. molekuláris stagingnek (Goedegebuure et al., 2004). Bár napjainkban bizonyos mértékig korlátozott lehetőségeink és a nem kellő daganatbiológiai ismeretek hiányában korántsem tudjuk kihasználni a terület nyújtotta lehetőségeket, őszintén hiszem, hogy ezek jobb megismerése és elterjedése a jövő terápiás ténykedéseit jelentősen fogja befolyásolni. A daganatos folyamat pontosabb megismerése kapcsán úgy vélem, terápiás ténykedéseink jelentősen módosulhatnak, és a jelenlegi – meglehetősen mechanikus – kezelési módszerek inkább biológiai jellegűvé (remélhetőleg egyszer majd oki terápiává) alakulnak át.

III. A SEBÉSZI ONKOLÓGIA SZEREPE A DAGANATTERÁPIÁBAN.

Preventív, profilaktikus műtétek

A sebészi onkológia feladatainak sajátos csoportját alkotják az olyan elváltozások műtétei, amelyek maguk ugyan nem jelentenek malignus folyamatot, hosszantartó fennállásuk, eredménytelen kezelésük azonban potenciális veszélyt jelenthet a malignizálódás tekintetében. Ide soroljuk a tápcsatorna területén például a Barrett-anomáliát és fekélyt, a familiaris adenomatous colon polyposist, a szisztematikus, korrekt kezeléssel dacoló, malignizálódás irányába

fejlődő colitis ulcerosát, a krónikus, atrófiás gasztritiszt, a gyomor valódi adenomáját, óriásredős hyperpláziáját, a Nakamura II. típusú gyomorpólipokat, az adekvát kezeléssel dacoló, idült peptikus fekélyeket. Ugyancsak bizonyos predikciót jelentenek a familiáris ovárium, pajzsmirigy- és emlőpreblasztomatozisosok. Napjainkban már elfogadott, hogy a tartósan fennálló cryptorchismus is ide sorolható. Ezen kórismék felállítása egyben műtéti javallatot is jelent, profilaktikus jelleggel.

Kuratív műtétek

Kuratív jelzővel illetjük a műtétet, ha megítélésünk szerint az a daganat teljes eltávolítását eredményezhette. Ez azonban csupán szubjektív ítélet. Kivitelezésére alapvető rendszabályokat kell betartanunk. Ezek közül az egyik, hogy a műtét során a malignus tumort lehetőleg ne érintsük, ne traumatizáljuk. A rezekció szintjét a tumoros vagy annak vélt területtől „messze az épben” kell vezetni. Ez irodalmi adatok szerint egyes tumortípusok, illetve lokalizációk szerint változó távolság lehet. A regionális nyirokcsomók eltávolításának kérdése rendkívül fontos. Az ún. en bloc rezekció a sebészi onkológia alapvető követelménye. A bőr malignus melanómái esetén ez teljesen más, mint például az emlőrák esetén. A tápcsatorna rosszindulatú tumorainál a daganat lokalizációjától és típusától, kiterjedésétől függően kell megítélnünk. Alapelv kell legyen, hogy minden tumorosan érintett nyirokcsomó eltávolítandó. Rectosigmoidalis tumoroknál a mesorectumban elhelyezkedő lymphoglandulák eltávolítása indokolt akkor is, ha nem tűnnek tumorosnak. Gyomorkarcinóma esetén elfogadott – elsősorban német és japán statisztikák alapján –, hogy az ún. R0 rezekcióra kell törekedni.

Palliatív műtétek

A palliatívnek nevezett műtéteket azok a beavatkozások jelentik, amelyeknél a

folyamat makroszkópos, gyökeres megoldására (R0 szekció) a körülmények nem adnak lehetőséget (Dunn, 2001; McCahill et al., 2002). Ez előfordulhat azért, mert a beteg műtéti teherbíró képessége a radikális műtétet nem teszi lehetővé. Előfordulhat olyan esetekben is, amikor a folyamat a megfelelően előkészített betegnél már túl van azon a ponton, amikor a radikalitás reális reményében végezhetjük el a műtétet, mert disszemináció észlelhető.

Technikailag eltávolíthatatlan tumorok esetén felmerül a tumor megkisebbitésének (debulking) lehetősége (Foley, 2001). Ennek szerepe számos tényezőtől (tumor lokalizációja, hisztológiai típusa, várható további kezelések, a beteg teherbíró képessége stb.) függ. A tápcsatorna területén, úgy tűnik, a tüneteket okozó neuroendokrin tumorok esetén van elsősorban (metasztatikus karcinoidok, szigetsejt karcinómák) jelentősége (Besznyák, 2002). Ezek radikálisan eltávolíthatatlan májmetasztázisainak devaskularizációs, regionális perfúziós terápiája a beteg tüneteit, panaszait olykor jelentősen csökkentheti.

Sürgősségi műtétek

A sebészi beavatkozások nem kis százaléka ún. sürgősségi műtét. Talán ilyen esetekben van a leginkább próbára téve a sebész szakmai ismerete, döntőképesége, technikai teljesítőképesége és pszichés teherbíró képessége. A beteg számára létfontosságú, az életet vagy halált jelentő döntés meghozása a legnagyobb próbatétel az operatív szakmát művelők mindennapos gyakorlatában. He-lyes döntést hozni – sokszor nem elégséges vagy pontos információk alapján esetleges negatív jogi következmények „árnyékában” – órási felelősséget jelent.

Az ún. akut has hátterében sok kórkép állhat, ezek nem mindig onkológiai jellegű alapbetegséggel függnek össze (például appendicitis, üreges szerv perforációja, vérrellátási zavar stb.). Onkológiai jellegű alapbeteg-

ség esetén a gondos anamnézis olykor jelezheti, hogy az akuttá vált folyamatot már előzetesen fokozatosan jelentkező panaszok (bélműködési zavarok, testsúlycsökkenés stb.) előzték meg. Ha praoperative biztos vagy annak látszó diagnózisunk van, a döntés könnyebb. Alapelvnek kell tartanunk, hogy – amennyiben a beteg nincs terminális vagy operálhatatlan állapotban – a műtétet el kell végezni. Ez többnyire csak a közvetlen életveszély elhárítása (béllezáródás megoldása tehermentesítő sztomával vagy megkerülő anasztomózzal, perforált szerv perforációjának kiiktatása a szervezetből, vérzés csillapítása és a keringés rendezése, stabilitásának helyreállítása stb.). Ma is érvényes ilyenkor az „operatio minima” elve, azaz a beteg számára a legkisebb műtéti megterhelést jelentő, de az akut életveszélyt kiküszöbölő beavatkozást kell végezni. Ez nem jelenti azt, hogy amennyiben a talált onkológiai elváltozás kuratív megoldható és a beteg teherbíró képessége megengedi – ne végezzünk kuratív műtétet. Ilyenre azonban sajnos csak ritkán van lehetőség.

Laparoszkópos daganatsebészet

Az 1990-es évek elején a sebészi technika fegyvertárában új eljárás jelent meg, amely látványos gyorsasággal terjedt el a minden napok gyakorlatában, az ún. minimál invazív sebészet. Első megnyilvánulásai az epekövesség kezelésével voltak kapcsolatban. A laparoszkópos cholecystectomy napjainkban már teljes mértékben elfogadott, világszerte alkalmazott eljárássá vált. A minimál invazív sebészet nem egészen két évtized alatt az emberi szervezet legkülönbözőbb elváltozásainak kezelésére került alkalmazásra. A sebészi onkológia sem maradt „terra incognita” e módszer számára. A tápcsatorna daganatos elváltozásainak műtéti megoldására is számos területen alkalmazták. Propagálói – olykor szubjektivitástól sem mentes – beszámolói

orvosok és betegek számára is vonzóvá tették ezen műtéti megoldások különféle változatait, ugyanakkor felszínre hoztak több olyan problémát (például az ún. port site metasztázisok), amelyek a „hagyományos” beavatkozásoknál ritkábban fordultak elő. Tagadhatatlan értéke a módszernek az ún. staging laparoszkópos eljárás lehetősége, amelynek során az eddigi exploratív laparotómiák száma jelentősen csökkenthető, és hasznos információk nyerhetők az elváltozások műtéti megoldásának lehetősége tekintetében. Lokalizált elváltozások eltávolítása e módszerrel lényegesen kisebb megterhelést jelent a beteg számára, mint a laparotómia útján történő műtét.

A laparoszkópos eljárásoknak a tápcsatorna sebészetében már napjainkban is vannak olyan indikációi (tápláló gastro- jejunosztóma, megkerülő anasztomózis, kolosztóma készítése), amelyek végzése megfelelő klinikai gyakorlat birtokában elfogadott beavatkozásnak tarthatók.

A laparoszkópos módszerek korrekt értékeléséhez a daganatsebészetben alapvetően fontos tények – a gyógyulási arány, valamint a túlélési adatok – ma még nem kellő mélységben ismertek. Úgy véljük, megfelelő kritikával alkalmazva és az eredményeket korrekt szakmai módszerekkel lemérve az eljárás a jövőben bizonyos lokalizációkban, kellő onkológiai ismeretek és megfelelő eszközök birtokában hasznos lehet. Jelenlegi értékét illetően egyértelműen kialakult álláspont még nem biztosítható.

Metasztázisok sebészete

Pár évtizeddel ezelőtt a problémáról írni szinte értelmetlenül feladat lett volna. A daganatos folyamat eltávolítható részeit régebben is el kellett távolítani – ez a princípium napjainkban is változatlan. Régebben a távoli áttét sebészi kezelése csak akkor jött szóba, ha az az életet közvetlenül veszélyeztette (ileus, agynyomás fokozódás stb.). Egyébként az

eltávolításra tett kísérleteket gyakran joggal minősítették az akkori időkből tévedésnek, az orvosi ítélőképesség hibájának.

Napjainkra a helyzet jelentősen változott. A daganatbiológia jobb megismerése, a műtéti biztonság, a beteg operatív teherbíró képességének jelentős javítási lehetőségei, a tumorelles terápia (kemo-radioterápia) eredményeinek javulása olykor lehetővé teszi, hogy a metasztázisok sebészetről mint reális lehetőségről beszélhessünk anélkül, hogy a nem kellő körületekintés, a hiba, a tévedés vádjával illessék a sebészt. Hangsúlyozni kívánjuk, hogy továbbra is fennáll az az álláspont, hogy a tumor biológiai probléma és nem csupán technikai kérdés. Bonyos esetekben a metasztázisok (például egyes tumorok szoliter májmetasztázisai, kolorektális malignomák tüdőáttétei stb.) is sebészi beavatkozás tárgyai lehetnek anélkül, hogy a sebész hibát követne el (Besznyák, 2001). Föltétlenül hangsúlyozandónak tartjuk azonban, hogy a tápcsatorna területén elhelyezkedő tumorok esetén is rendkívül gondos konzultáció szükséges ahhoz, hogy a már nem lokalizált daganatos folyamat gyógyítására a metasztaszektómiát elvégezzük (Lehnert, 2002). Nem elégséges a daganatos folyamat lokalizációját, kiterjedését, szoliter vagy multiplex voltát a lehetőségekhez képest minél jobban ismerni. Egy vastagbél-karcinóma távoli áttéte nem azonos egy hasnyálmirigy-karcinóma áttétének problematikájával. De még egy jól differenciált vastagbél-tumor biológiai viselkedése is jelentősen különbözhet egy anaplasztikus vastagbél-karcinómáétól. Alapvető fontosságú lehet, hogy a primér tumor eltávolítása után mennyi idővel manifesztálódott a távoli áttét. Nem hagyható természetesen figyelmen kívül a beteg aktuális állapota, műtéti

teherbíró képessége. Jó volna, ha több ismeretünk lenne a daganatos szervezet tumorelles védekező rendszerének aktivitásáról vagy annak hiányáról. Erre azonban ma még megbízható támpontunk nincs. Befolyásolhatja döntésünket, hogy az adott esetben van-e még lehetőség az esetlegesen visszamaradt, nem észlelhető daganatos folyamat adjuváns kezelésére (Siewert, 1995). Mindezek rendkívül alapos és multidiszciplináris konzultációt igényelnek, végzésük lehetőleg e célra felkészült centrumokban történjen, s az eredmények korrekt kiértékelése a későbbiekben biztosan segít abban, hogy ezt a kérdést kevesebb hibával és tévedéssel tudjuk kezelni, mint napjainkban.

Az ún. onkológiai team szerepe

A tápcsatorna malignus tumorainak gyógyításában egészen az utóbbi évtizedekig a sebészetnek, a műtéti ténykedésnek volt egyedülálló szerepe. Ez a szerep ma sem csökkent, azonban a kemoterápia és radioterápia fejlődése azt eredményezte, hogy a komplex terápia részeként a társszakmák jelentős szerepet játszanak a malignus tápcsatornai daganatok kezelésében (neoadjuváns, adjuváns kemoterápia, pre-, posztoperatív radioterápia). A megfelelő feltételekkel kialakított ún. onkoterápiás munkacsoport („onko-team”) jelentősége ma már egyértelműen elfogadott. Működtetése számos terápiás tévedéstől mentheti meg a daganatsebész és betegét. A komplex kezelés meghatározása, annak kivitelezése és az elért eredmények korrekt kiértékelése jelenti feladatukat. Ugyancsak szerepük lehet a megfelelő utógondozás kivitelezésében és ellenőrzésében.

Kulcsszavak: *sebészi onkológia, feladatok, módszerek*

IRODALOM

- Aft, Rebecca L. (2002): Principles of Surgical Oncology. In: Govindan, Ramaswamy: The Washington Manual of Oncology. Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia
- Besznyák István (ed.) (1997): Sebészi onkológia. Medicina, Budapest
- Besznyák István (ed.) (2001): Diagnosis and Surgery of Organ Metastases. Akadémiai, Budapest
- Besznyák István (2002): Sebészi onkológia. In: Kiss János (szerk.): Gastroenterológiai sebészet. Medicina, Budapest
- Dunn, Geoffrey P. (2001): The Surgeon and Palliative Care. Surgical Oncology Clinics of North America. 10, 7.
- Foley, Kathleen. M. et al. (2001): Improving Palliative Care for Cancer. National Academic Press. Washington DC.
- Goedegebuure, Peter S. – Liyanage, U. K. – Eberlein, T. J. (2004) Tumor Biology and Tumor Markers. In: Townsend, Courtney M. et al.: Sabiston Textbook of Surgery. 17th Edition, Elsevier Saunders
- Lehnert, Thomas (2002): Surgery: Central to the Treatment of Cancer. Editorial. European Journal of Surgical Oncology. 28, 456.
- McCahill, Laurence E. et al. (2002): Decision Making in Palliative Surgery. Journal of the American College of Surgeons. 195, 411.
- Siewert, Jörg-Rüdiger et al. (1995): Onkologische Prognosefaktoren Langenbeck's Archiv für Klinische Chirurgie 380, 195.



A SUGÁRTERÁPIÁS ELLÁTÁS PROBLÉMÁI A 2004-ES ORSZÁGOS FELMÉRÉS ALAPJÁN

Németh György

MD, PhD, D.Sc., Országos Onkológiai Intézet
nemeth@oncol.hu

Szalai József

MD, Országos Onkológiai Intézet
szalai@oncol.hu

Kásler Miklós

MD, PhD, Országos Onkológiai Intézet
kasler@oncol.hu

Az Egészségügyi Minisztérium felkérte a Sugárterápiás és Onkológiai Szakmai Kollégiumot, hogy meghatározott kérdéskörben készítsen felmérést a hazai sugárterápiás ellátással kapcsolatosan az ország összes egészségügyi intézetében és a tizenkét sugárterápiát végző központban. A felmérés a 2004. augusztus 31. és november 8-a között érkezett adatokat tartalmazza. Az egészségügyi intézetek közül százkettő válaszolt a kérdésekre. A tizenkét, sugárterápiát végző központból az összes adatot megkaptuk.

Az OEP 2002-ben 62 358 új daganatos beteget finanszírozott.

I. A kórházak vezetői a következő kérdésekre válaszoltak a 2003. éves adatok alapján:

1. Éves átlagban átlagosan hány betegnél végeztenek sugárterápiát?
2. Mely központba küldik a sugárterápiára szoruló betegeket?
3. Milyen hosszú a befekvő, illetve ambuláns betegek előjegyzési ideje?

Ad. 1. (1. táblázat)

Azon intézeteknél, ahol azt jelezték vissza, hogy nem volt daganatos betegük, feltehetően az ott működő osztályok daganatos profillal nem rendelkeznek, így ezen betegeket már eleve más egészségügyi intézetbe irányították.

Ad. 2. (2. táblázat)

A betegek sugárkezelése az esetek egyharmadánál a két fővárosi intézetben történik (OOI és FOK).

Betegek száma	%
több mint 100	17 %
50–100 között	14 %
10 és 50 között	14 %
kevesebb mint 10	5 %
nem volt daganatos beteg	21 %
nem kaptunk választ	29 %

1. táblázat • Az intézetekből sugárterápiára küldött betegek százalékos megoszlása az éves átlag alapján (2003)

Intézet	%
OOI:	19 %
FOK	15 %
Debrecen	1 %
Pécs	3 %
Szeged	3 %
Győr	4 %
Szombathely	5 %
Kecskemét	5 %
Gyula	1 %
Miskolc	6 %
Nyíregyháza	1 %
Kaposvár	4 %
nem kaptunk választ	33 %

2. táblázat • A tizenkét sugárterápiás intézetbe küldött daganatos betegek megoszlása (2003)

Az adatokból vizsgálni lehetett, hogy a kórházak hány intézetbe küldtek betegeket 2003-ban.

A választ adó intézetek 21 %-a több sugárterápiás központba is küldi betegeit, feltehetően a központok különböző terápiás lehetőségeit, felszereltségüket és profiljukat figyelembe véve.

Ad. 3.

A befekvő, illetve ambuláns betegek előjegyzési ideje igen megoszlott (2003-as adatok). (4. táblázat)

A preoperatív és definitív sugárkezelésre

Intézet	%
1 intézetbe	34 %
2 intézetbe	15 %
3 intézetbe	5 %
4 intézetbe	1 %
nem volt daganatos beteg	13 %
nem kaptunk választ	32 %

3. táblázat • A sugárterápiás központokba küldött betegek megoszlása az intézetek szerint (2003)

váró betegeknél az optimális előjegyzési idő 10 nap. A posztoperatív és palliatív besugárzásnál ez lényegesen függ a sebgyógyulástól, illetve a beteg általános állapotától. Azon intézetek, melyek válaszukban azt jelezték, hogy nem volt daganatos betegük 2003-ban, feltehetően daganatos profillal nem rendelkeznek, és ezért a betegeket sugárterápiára sem irányítják. A 42-56 napos átlagos előjegyzési idő nem elfogadható, vagy az

nincs várakozás	16 %
kevesebb mint 7 nap	10 %
7-14 nap	8 %
7-28 nap	16 %
42 nap	7 %
56 nap	3 %
nem kaptunk választ	40 %

4. táblázat • A sugárterápiára szoruló fekvő, illetve ambuláns betegek várakozási idejének megoszlása (2003)

intézetek közötti rossz kommunikáció, vagy a betegek indolenciájából adódhat. Az is elképzelhető, hogy a sugárterápiás graduális képzés hiányossága miatt a társszakmák orvosai nem ismerik a sugárterápiás indikációkat, pedig ezen ismeretek a rendelkezésre álló magyar irodalomból megismerhetők.

A 4. táblázatban szereplő és sugárterápiás lehetőséggel nem rendelkező intézetek új betegeinek adatai abból adódtak, hogy a daganatos betegek itt kerültek felvételre és ezért az OEP a sugárterápiájukat itt finanszírozza.

Értelemszerűen a legjobban felszerelt két fővárosi sugárterápiás központ (OOI és FOK) látja el a legtöbb beteget.

II. A sugárterápiás központ vezetői a következő kérdésekre válaszoltak:

1. Mennyi a várakozási idő a sugárkezelésre szoruló betegeknél az osztályra történő felvétel, illetve ambuláns kezelés esetében?
2. Intézetében második műszak kialakításának melyek a feltételei?
3. Mennyi éves átlagban a hospitalizált, illetve ambulánsan kezelt betegek száma?
4. Mekkora számszerűen az ellátandó népesség?

Ad. 1.

A fekvő, illetve ambuláns kezelésre szoruló betegeknél a központok az alábbi várakozási időt adták meg: (7. táblázat)

A várakozási idők feltüntetésénél természetesen nem szerepelnek a sürgősségi ellátások, mivel ezek minden esetben soronkivüliséget élveznek.

A leghosszabb várakozási idő a két fővárosi intézetben, illetve kisebb mértékben Szombathelyen van. A fővárosi intézetekben a hosszabb várakozási idő abból adódik, hogy lényegesen nagyobb területet látnak el egyrészt országos feladatuk miatt (OOI), másrészt a sugárterápiás központtal nem rendelkező régiókból is kezelnek betegeket.

Intézet kód	Intézet megnevezése	Betegszám
0101	Fővárosi Önkormányzat Szt. Imre KH-RI	4
0106	Fővárosi Önkormányzat Szt. János KH-RI	15
0107	Fővárosi Önkormányzat Szt. Margit KH-RI	3
0112	Fővárosi Önkormányzat Bajcsy-Zsilinszky KH-RI	5
0116	Fővárosi Önkormányzat Péterfy Sándor utcai KH-RI	2
0118	Fővárosi Önkormányzat Uzsoki utcai KH-RI	4850
0123	Református Egyház Bethesda Gyermekkórház	2
0125	Fővárosi Önkormányzat Madarász u. Gyermekkórház	2
0140	SOTE	164
0154	Országos Onkológiai Intézet	7321
0155	Országos Haematológiai és Immunológiai Intézet	5
0156	Országos Korányi TBC és Pulmonológiai Intézet	401
0191	BM Központi Kórház és Intézményei	5
0201	Pécs, Baranya megyei Kórház	108
0242	POTE	2341
0301	Kecskemét, Bács-Kiskun Megyei Önkormányzat Kórháza	1488
0401	Gyula, Békés Megyei Képviselő-testület Pándy Kálmán KH-RI	450
0405	Gyula, Békés Megyei Tüdőkórház	88
0501	Miskolc, Semmelweis Kh.	3
0502	Miskolc, Megyei Vezető Kh.	1700
0508	Edelény, Koch Róbert Kh.	12
0512	Miskolc, Szt. Ferenc Kórház	38
0602	Hódmezővásárhely, Erzsébet KH-RI	9
0603	Szeged Megyei Jogú Város <u>Önkormányzat Kórháza</u>	2
0605	Makó, Dr. Diósszilágyi Sámuel KH-RI	1
0606	Deszk, Csongrád Megyei Önkormányzat Mellkasi Betegségek Szakkórháza	134
0643	SZAOTE	1218
0701	Székesfehérvár, Fejér Megyei Szt. György Kh.	5
0801	Győr, Petz Aladár Megyei Oktató Kh.	1494
0901	Debrecen, Hajdú-Bihar Megyei Önkormányzat Kenézy Gyula Kórháza	231
0902	Berettyóújfalu Területi Kh.	10
0940	DOTE	659
1001	Eger, Markhot Ferenc KH-RI	57
1204	Nógrádgyárdony, Megyei Tüdőgyógyintézet	11
1301	Budapest, Szent Rókus MKH-RI	28
1304	Vác, Jávorszky Ödön Kh.	6
1306	Törökbálint, Pest megyei Tüdőgyógyintézet	150
1309	Kerepestarcsa, Flór Ferenc Kh.	2
1401	Kaposvár, Kaposi Mór Oktató Kh.	148
1407	Nagyatád, Városi Kh.	2
1408	Magyarországi Református Egyház Mosdósi Tüdő- és Szívkórháza	154
1424	Kaposvári Egyetem	497
1501	Nyíregyháza, Jósza András KH-RI	1499
1701	Szekszárd, Megyei KH-RI	28
1703	Dombóvár, Integrált Eü. Sz. KHT	32

Intézet kód	Intézet megnevezése	Betegszám
1801	Vas megyei Markusovszky Kórház	1334
2001	Zalaegerszeg, Megyei Jogú Kórház	88
2237	Budai Irgalmasrend KH. KHT	2
9512	Budai MÁV Kórház	33
	BM, HM, MÁV intézetek	63
	Egyéb fekvőbeteg-intézetek	558
	Idegsebészet és pszichiátria	2
	többi fővárosi kórház	56
	többi Pest megyei kórház	6
		27 526

5. táblázat • 2002-ben az OEP által finanszírozott sugárterápiában részesült betegek megoszlása az intézetek és betegszám vonatkozásában

Intézet	Év	Betegszám
OEP	2002	27 526
Sugárterápiás központok (Válaszok alapján)	2003	26 716

6. táblázat • Az OEP által 2002-ben finanszírozott és az 5. táblázatban kiemelt központokból kapott, sugárterápiában részesült betegek számszerű összehasonlítása a központoktól kapott 2003-as adatokkal Az OEP 2003. évi adatainak összesítése nem áll rendelkezésre.

Ad. 2.

A második műszak kialakításának feltételeire feltett kérdésre igen megoszlottak a vélemények. (8. táblázat)

Két műszak esetén a központok teljesítő-

képessége megduplázható lenne. Ahol a két műszak nem megoldott, ott az esetek zömében a személyi feltételek hiányoznak, mely a legsúlyosabb probléma a hazai daganatos betegek sugárterápiás ellátása terén, mivel a szakorvosképzés több évet vesz igénybe.

Ad. 3.

(9. táblázat) Ismert, hogy a rosszindulatú daganatos betegek mintegy felének van szüksége sugárterápiára. Ehhez az 50 %-hoz ennek további 15 %-ánál újbóli sugárkezelés indokolt a betegeknek a kórlefordulás során (recidíva, metasztázis stb.).

Az előző bizonytalansági faktor miatt hivatkozni kell az eddig megjelent összefoglaló munkákra, melyek a sugárterápia szempontjából ellátatlan betegeket 30-35 %-ra becsülik (Kásler, 2004; Ésik, 1996).

A 2003–2004-es fejlesztések (Debrecen, Miskolc, OOI, FOK) csökkentik az ellátatlanságot. Minden esetre az UNSCEAR javaslatai

OOI	14-42 nap
FOK	28-42 nap
Szombathely	14-21 nap
Miskolc	0-42 nap
Debrecen	0-14 nap
Nyíregyháza	7-14 nap
Kecskemét	0-14 nap
Gyula	0-28 nap
Szeged	0-14 nap
Pécs	0 nap
Kaposvár	0 nap
Győr	0-10 nap

7. táblázat • A fekvő és ambuláns kezelésre szoruló betegek várakozási ideje a központok adatai alapján (2003.)

Intézetek	Két műszak, illetve ennek feltételei
OOI	két műszak (+ személyzet szükséges)
FOK	+ négy terápiás asszisztens szükséges, de a gépek túlterheltek
Miskolc	két műszak (+ személyzet szükséges)
Debrecen	gép- és humánerőforrás-függő
Nyíregyháza	két műszak van
Kecskemét	tárgyi feltételek megvannak, személyi feltételek hiányoznak
Gyula	tárgyi feltételek megvannak, személyi feltételek hiányoznak
Szeged	lehetőség adott, már most nyújtott műszakban dolgoznak
Pécs	két műszak van
Kaposvár	két műszak van
Szombathely	két műszak van
Győr	személyi feltételek nem adóttak

8. táblázat • Második műszak léte, illetve megteremtésének feltételei (2003. év)

Intézet	Betegszám
OOI	8858
FOK	4150
Miskolc	1427
Debrecen	2500
Nyíregyháza	1053
Kecskemét	1974
Gyula	618
Szeged	900
Pécs	1500
Kaposvár	950
Szombathely	1501
Győr	1285
Összesen	26 716

9. táblázat • A tizenkét sugárterápiás központ sugárkezelt betegeinek száma a beérkezett válaszok alapján (2003)

az irányadók, mely szerint 10 millió lakosra minimálisan negyven lineáris gyorsítót kell üzemeltetni Magyarországon.

Ad. 4.

Az intézetek által megadott ellátandó népesség adatainak elemzése nyújtotta a legnagyobb meglepetést, melyet a következő táblázat szemléltet.

Összeadva a központok ellátandó népességét, több mint 14 millió lakosa lenne Magyarországnak, míg az OEP 2002-es adat szerint ez 10 142 000 (Lásd 4. táblázat.)

Ezen anomália elkerülése érdekében a sugárterápia területén is régiókban kell gondolkodni.

A szükséges fejlesztések

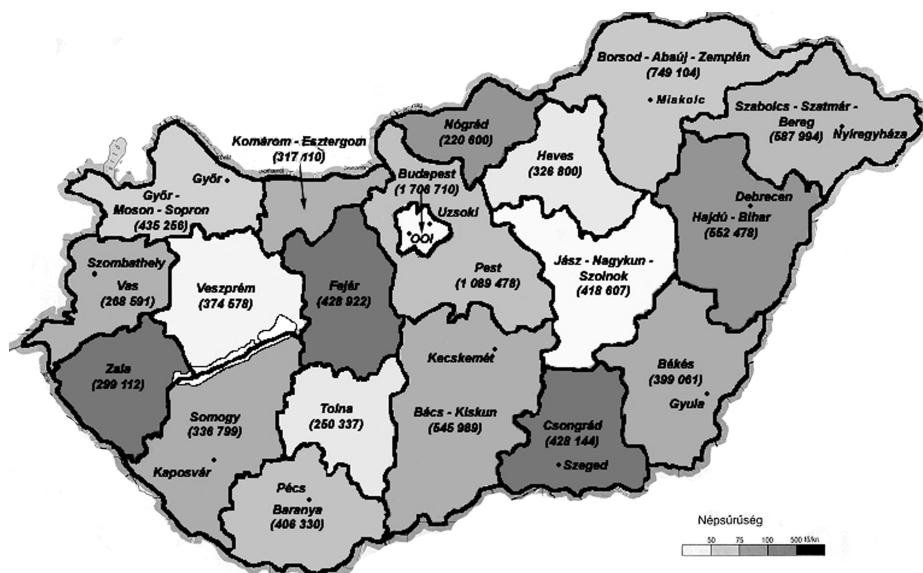
A meglévő tizenkét sugárterápiás központ terápiás gépparkja technikai és morális elavultságának megszüntetése prioritás, mely a

Intézetek	Ellátandó népesség
OOI	3 000 000
FOK	1 400 000
Miskolc	1 000 000
Debrecen	1 070 000
Nyíregyháza	580 000
Kecskemét	2 000 000
Gyula	480 000
Szeged	500 000
Pécs	1 000 000
Kaposvár	825 000
Szombathely	935 029
Győr	1 190 786

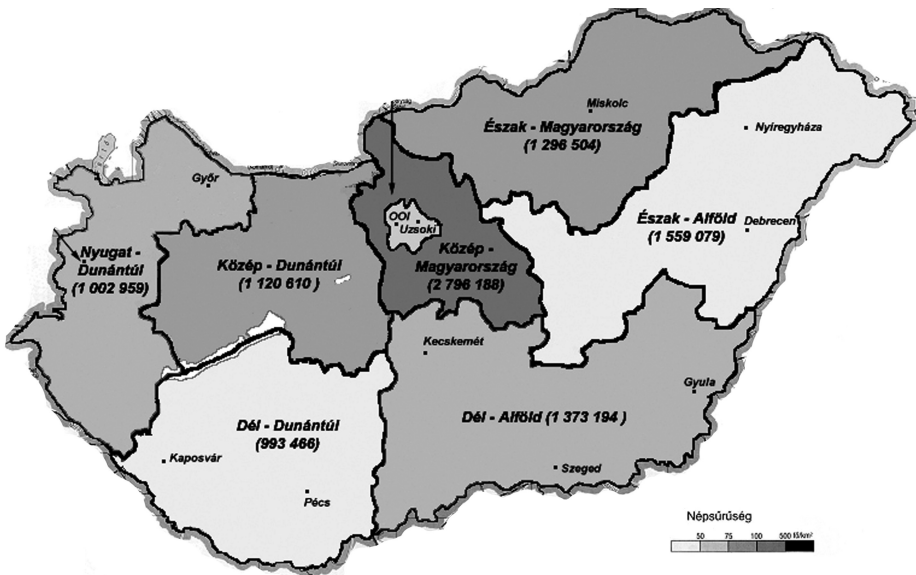
10. táblázat • A tizenkét sugárterápiás központ által megadott ellátandó népesség száma (2003)

Régiók	Lakosok száma	Sugárterápiás központok
Közép-Magyarország (Budapest és Pest m.)	2 796 188	OOI FOK
Észak-Alföld (Szabolcs-Szatmár-Bereg, Hajdú-Bihar, Debrecen, Jász-Nagykun-Szolnok)	1 559 079	Nyíregyháza
Dél-Alföld (Békés, Csongrád, Bács-Kiskun)	1 373 194	Kecskemét Szeged, Gyula
Észak-Magyarország (BAZ, Heves, Nógrád)	1 296.504	Miskolc
Közép-Dunántúl (Fejér, Komárom-Esztergom, Veszprém)	1 120 610	Nincs központ
Nyugat-Dunántúl (Győr-Moson-Sopron, Vas, Zala)	1 002 959	Győr Szombathely
Dél-Dunántúl (Baranya, Tolna, Somogy)	993 466	Pécs Kaposvár
Összesen:	10 142 000	

11. táblázat • A régiókhoz tartozó lakosok száma
és az őket ellátó sugárterápiás központok (OEP, 2002)



1. ábra • A magyarországi megyék lakosainak száma (OEP, 2002)
a sugárterápiás központok feltüntetésével



2. ábra • A magyarországi régiók lakosainak száma (OEP, 2002)
a sugárterápiás központok feltüntetésével

telekobalt készülékek cseréjét jelenti lineáris gyorsítóra. Ezzel egy időben legalább a tíz évnél idősebb gyorsítók cseréje, a 250 ezer lakosonként egy gyorsító biztosítása, mely a minimálisan elvárt érték (UNSCEAR). 10 millió lakosnál 40 gyorsító, ami egyúttal biztosítja a minőségi sugárterápiát a szükséges kiegészítő felszereltséggel együtt (MLC, EPID, IMRT, sztereotaxiás lehetőség). A modern sugárterápia feltétele a megfelelő képalkotó diagnosztika megléte (CT, MRI, PET, SPECT). A lineáris gyorsítók kivül a tíz évnél idősebb brachyterápiás berendezéseket, szimulátorokat, besugárzó-tervező rendszereket, dozimetriai készülékeket is cserélni kell. A feladatok között igen fontos a közép-dunántúli központ létrehozása Veszprém vagy Fejér megyében, majd az észak-magyarországi régió sugárterápiás ellátottságának fejlesztése. Talán a gépi felszereltség

javításánál is fontosabb a sugárterápiás személyi állomány számának és minőségének fejlesztése, mivel a szakembergárda kiképzése éveket vesz igénybe. Az ajánlott értékek a különböző szakképesítéseknél eltérőek (szakorvos 1/250 beteg, fizikus 1/400 beteg, asszisztens 1/75 beteg). A szakképzés színvonalát az összes szakdolgozói rétegben emelni kell. Igen fontos az egyetemeken a graduális sugárterápiás oktatás biztosítása, az orvos-fizikusi szakképesítés létesítése, valamint a sugárterápiás szakasszisztens, továbbá az informatikus és sugárbiológus-képzés is. Ez talán a legelső és legfontosabb feladat. Fontos a végzett orvosok irányítása a szakorvosképzésbe.

Kulcsszavak: *sugárterápia, magyarországi sugárterápiás ellátottság 2004-ben*

RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE

CT – komputertomográfia

EPID – Electronic Portal Imaging Device (a beteg áthaladó sugármalábát képpé alakítja)

FOK – Fővárosi Önkormányzat Uzsoki utcai Kórház-Rendelőintézet Onkoradiológiai Központ

IMRT – intenzitásmodulált besugárzás-tervezés

MLC – Multileaf Kollimator (lehetővé teszi a tetszőleges mezőforma kialakítását)

MRI – mágneses rezonancia vizsgálat

OEP – Országos Egészségügyi Pénztár

OOI – Országos Onkológiai Intézet

PET – Pozitron Emission Tomography

SPECT – Single Photon Emission Computer Tomography

IRODALOM

Ésik Olga – Rényi J. – Németh Gy. (1996): A sugárterápia helyzete 1996-ban Magyarországon és a fejlesztés irányvonalai. Orvosi Hetilap. 137, 2907–2915.

Ésik Olga – Seitz W. – Lövey J. – Knocke H. T. – Gaudi I. – Németh G. – Pötter R. (1999): External Audit on Medical Decision-making at the Departments of Radiotherapy in Budapest and Vienna. Radiotherapy and Oncology. 51, 87–94.

Kásler Miklós (szerk.) (2001): *Az onkoterápia irányelvei*. B+V Kft., Budapest

Kásler Miklós (2004): *Beszámoló a hazai sugárterápia helyzetéről*. Magyar Országgyűlés Egészségügyi Bizottság. 2004. március 18.

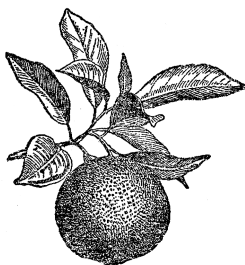
Németh György (1994): *Sugárterápia*. In: Kásler Miklós – Németh Gy. – Ottó Sz. et al.: *Magyar Nemzeti Rákkontroll Program (MNRKP) vázlata*. Magyar Onkológia Supplementum. 1–28.

Németh György – Ésik Olga (1995): Jelentés a magyarországi sugárterápiás gépparkról – 1995. Magyar Onkológia. 39, 155–156.

Németh György (szerk.) (2001): *Sugárterápia*. Springer, Budapest

UNSCEAR (1994): *United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation: Report*. New York, Annex C., 58.

WHO: *1999-es ajánlás a sugárterápia infrastruktúrájáról*



A DAGANATOK GYÓGYSZERES KEZELÉSÉ- NEK ÚJ TERÜLETE: A CÉLZOTT MOLEKULÁRIS TERÁPIA

Eckhardt Sándor

az MTA rendes tagja, szaktanácsadó

Országos Onkológiai Intézet

eckhardt@oncol.hu

Csaknem egy évszázad telt el azóta, hogy Paul Ehrlich megálmodta a *magic pill*-t, a varázslatos pirulát, amelynek hatására a rák meggyógyul. Ma már tudjuk, hogy ez a látomás csak részben valósult meg. E folyóirat hasábjain többször leírtuk, hogy amit a daganatok gyógyszeres kezelésével elértünk, mindössze szerény eredmény. Ugyanakkor azt a reményt is kifejeztük, hogy a jövőben a biológia területén előbb-utóbb igazi haladásról számolhatunk be. (Eckhardt, 1986)

Számos kutatási irányzat valóban eredményesnek bizonyult. Közülük talán ki kell emelni, hogy a daganatok sebészi, sugaras és gyógyszeres kezelését „komplex módon” kell végrehajtani, s akkor a kemoterápia szerepe is megnő. Ez a megfigyelés az adjuváns gyógyszeres terápia számára megnyitotta a sikeres alkalmazás útját. Ezzel egyidejűleg a hatékony gyógyszerek száma is jelentősen bővült. Ezek a gyógyszerek egyre inkább fajlagosan pusztították a daganatsejteket és egyre kevésbé a szomatikus sejteket. Toxicitásuk tehát fokozatosan csökkent. Fellendült a mellékhatásokat kivédő gyógyszerek kutatása, előállítás és forgalmazása is. Ennek következtében egyre több daganatos beteg kapott gyógyszeres kezelést, és – bár nem készült ilyen felmérés – nem tévedünk azzal a becsléssel, hogy az előző század végére már a daganatos betegek legalább kéthar-

mada olyan komplex kezelésben részesült, amelyben a daganatellenes gyógyszer adagolása is valamilyen formában szerepelt.

Az igazi fordulatot azonban az elmúlt évek kutatási eredményeire vezethetjük vissza. A molekuláris genetika robbanásszerű fejlődése, a „kémiai könyvtárak” létesítése, a gyógyszer-szintézis automatizálása és a robottechnika lehetővé tették a daganatellenes hatású vegyületek ugrásszerű megnövekedését. Ez a körülmény természetesen új problémákat is felvetett. Mindenekelőtt az *in vitro* és *in vivo* preklinikai vizsgálatokat kellett közelebb hozni az emberi daganatokhoz. Ezt az igényt elégítette ki egyrészt az, hogy bevezették az emberi daganatos sejtvonalak esetleges gátlásának tömeges vizsgálatát, másrészt az is, hogy a kísérletezés transzgénikus állatokon történt. (Chabner, 1990) Ezzel egyidejűleg a daganatos betegeken végzett klasszikus, farmakokinetikai vizsgálati rendszer (az I. – II. – III fázis) szintén reformra szorult, hiszen az újonnan előállított vegyületek többsége esetleg nem az elsődleges daganat teljes és végleges pusztulását okozta, hanem csak annak tovaterjedését vagy áttételezését gátolta. A késői toxicitás vizsgálata öt éven túl ugyan-csak új, az ún. IV. fázis megszervezését tette szükségessé. (Chu, 2005) A vizsgálatok célja tehát már nemcsak a daganat eltüntetésére irányulhatott, hanem a daganatos betegség

progresz-sziójának korlátozására is, és a vizsgált gyógyszer forgalomba hozatalának követelményévé vált a késői mellékhatások hiánya. Ily módon beköszöntött a célzott molekuláris daganatterápia (targeted molecular therapy) korszaka, mely napjaink egyik legizgalmasabb és egyben legvitatottabb témája. (Eckhardt, 2002) Az alábbiakban ennek klinikai vonatkozásairól számolunk be.

A célzott molekuláris terápia (CMT)

A citotoxikus kezelés a daganatsejt elpusztítását jelenti, és ehhez a folyamathoz a szomatikus sejtek tömeges pusztulása társul. A citosztatikus kezelés a sejtosztás gátlásával jár anélkül, hogy a sejtek végérvényesen elpusztulnának (például emlőrák). A daganat tehát később kiújulhat. A célzott molekuláris terápia a daganatsejten jelen lévő és – a szomatikus sejtekből lehetőleg hiányzó – hibás molekuláris funkciókat fajlagosan bénítja.

A három eltérő típusú gyógyszer között nem éles az átmenet, és a növekvő szelektivitás a toxicitás fokozatos csökkenését eredményezi. Ez a csökkenés a mellékhatások gyakoriságának mennyiségében, intenzitásában és minőségében nyilvánul meg. A CMT gyógyszereinek vérképzőszervi gátló hatása már elhanyagolható – hányinger, hajthullás stb. ritkán fordul elő. A fellepett bőrfelenségek („akné, hand-foot tünet”) hasmenés vagy mozgásszervi panaszok stb. jól kivédhetők. A mondottakból következik, hogy e gyógyszerek – különböző toxicitási profiljuk következtében – akár egyidejűleg,

Monoklonális ellenanyagok
Antiangiogenetikus vegyületek
Receptorgátlók
Revertánsok
A jelátvivő folyamatok gátlói
A DNS replikáció gátlói
Az apoptosira hatók
Különböző organellumokra hatók

1. táblázat • A CMT molekuláinak csoportosítása hatásmód szerint

akár egymás után adagolva citotoxikus szerekkel is kombinálhatóak. Egyes gyógyszerek esetében ezenfelül kiderült, hogy a kombinációban nemcsak additív, hanem szinergikus hatás is érvényesülhet (bevacizumab, gefitinib stb.). (Johnson et al., 2004)

A CMT gyógyszereinek csoportosítása

A CMT gyógyszerei többféle módon csoportosíthatók. A legegyszerűbb klasszifikáció mindössze a hatásmechanizmus helye alapján különbözteti meg a vegyületeket. E szerint a molekula extracellulárisan, extra/intracellulárisan (vagyis a sejtthártya receptorain keresztül) vagy intercellulárisan fejthet ki gátlást. Sokkal több információ gyűjthető össze abból a klasszifikációból, amely részletezi a hatásmechanizmus módját. Ennek legfontosabb összetevőit az 1. táblázatban tüntettük fel:

Az 1. táblázatban felsorolt vegyületek hatásmechanizmusát nem szabad egymástól élesen különválasztani. Számos olyan gyógyszer van például, amely monoklonális ellenanyag, és hatását az extracelluláris térben, de antiangiogenetikus tényezőként fejti ki. Ennek jó példája a bevacizumab (Avastin), amely humanizált monoklonális ellenanyagként gátolja a VEGF (vascular endothelial growth factor) hatását, és ez által a daganatok áttéteinek keletkezését akadályozza. Másik példája a bortezomib, amely ugyan proteosoma-gátló, de mint ilyen, anti-integrin termelésre serkenti a daganatsejtet. Ez pedig egyértelműen antiangiogenetikus hatásként értelmezhető. (Richardson et al., 2003)

A CMT gyógyszerei

Sok százezerre tehető azon molekulák száma, amelyek preklinikai vizsgálatok során daganatgátlást eredményeztek. Közülük csak százaz nagyságrendben került klinikai vizsgálatokra is sor, s ezek az I. – II. fázis vizsgálatánál még alig jutottak tovább. Ezt a körülményt a vizsgálatban részt vevő betegek

viszonylag alacsony száma és a vizsgálatok elvégzéséhez szükséges időtartam hossza – az indokolt elővigyázatossági szabályok betartása érdekében – magyarázza. Így tehát számos olyan vegyületről tudunk, amelyek esetleg a jövő hatásos gyógyszerei lehetnek. Legújabban a preklinikai vizsgálatok gyorsításának érdekében kezdeményezték olyan kémiai reakciók tömeges végzését, amely az adott molekula és a kiválasztott célpont közötti gátlásban nyilvánul meg.

A 2. táblázat a CMT csupán azon gyógyszereit tünteti fel, amelyeket a 2004. év végéig regisztráltak, s így standard klinikai daganatgátló gyógyszereknek tekinthetők. Közülük egyesek hazánkban is végigjárták a regisztráció menetét (trastuzumab, imatinib, rituximab), míg másokat egyedi rendeléssel lehet beszerezni, indokoltság esetén.

A 2. táblázat tanúsága szerint a hemoblasztózisok kezelése terén számos olyan vegyülettel rendelkezünk, amelyek elsősorban a non-Hodgkin-limfomák és a mielóma multiplex gyógyítására használhatók fel, sikerrel. Köztük kitűnnek a monoklonális ellenanyagok. Egyre több sejtfelszíni antigén ellen lehet állati eredetű vagy humanizált ellenanyagot (kimerát) termelni, s ezek konjugálhatók radioaktív izotópokkal. A célzott molekuláris terápia tehát valószínűleg már a közeljövőben tovább fogja bővíteni az eredményesen kezelhető hemoblasztózisok körét. Forradalmi változásról számolhatunk be a CML kezelésében is, mert az imatinib a betegek háromnegyedének kórlefolysát gyökeresen megjavította. (Molnár et al., 2003) A mielóma multiplex kezelésében pedig a bortezomib és a thalidomid bevezetésével új, terápiás perspektíva nyílt meg.

A szolid tumorok kezelésében a CMT gyógyszereivel szintén sikertült kezdeti eredményeket elérni. A 2. táblázatban összefoglalt számos kutatási irány közül leginkább a receptorgátlók – s ezen belül is a tirozin kináz inhibitorok – használatához fűződik

siker. Az imatinib egy eddig minden terápiára refrakter, halálos kimenetelű, malignus kór-képben (GIST) okoz tartós remissziót (Eckhardt, 2003), az erlotinib és a gefitinib pedig egyéb – főleg az EGFR-receptor fajlagos mutációit tartalmazó – eseteiben látszik nagyon ígéretesnek. A monoklonális ellenanyagok közül a trastuzumab futott be az emlőrák kezelésében dicsőséges karriert. A hazai emlőrákos nők kb. 30 %-a Her-2 pozitívnak bizonyul, s ezek a betegek a kezelés hatására tartós remisszióba juthatnak még akkor is, ha más terápiás beavatkozás már hatástalan. A cetuximab és a bevacizumab kombinált kemoterápia során tovább javítják a szolid tumoros betegek élettartamát. A szolid tumorok csoportjában azonban ma még csak ott tartunk, hogy nemcsak a gyógyszereket, de a potenciális célpontokat is kutatjuk. Nem kétséges, hogy ez is hamarosan eredményekhez fog vezetni.

A CMT jövő feladatai

A CMT, vagyis a daganatsejt molekuláris szintű funkcióinak célzott, fajlagos gátlása a klinikai gyógyítás gyakorlatában 1997-ben vette kezdetét. Ekkor történt a trastuzumab gyógyszerkénti „hivatalos” elismerése. Ezzel szinte egyidejűleg indult meg a már régebben ismert, monoklonális ellenanyagok gyógyszerre minősítése (például edrecolomab = Panorex, rituximab = Mabthera stb.). Érthető tehát, hogy tapasztalataink eddig még elégtelenek, sok szempontból vitathatók, és csak fokozatosan gyűlnek össze. E rövid összefoglalás azonban lehetővé teszi, hogy számba vegyük a legfontosabb megoldásra váró problémákat.

Szólunk újra a hatékony molekulák előállításáról. Az ismert, hatékony molekulaszerek származékainak előállítását biztosítva van. A *chemical library*-k rendelkezésre állnak, a robotok segítségével szinte tetszés szerinti számban származtatható az eredetiből új molekula. További kérdés azonban,

hogyan e vegyületek közül melyeket érdemes daganatgátló hatás szempontjából megvizsgálni. Az is kérdés, hogy mely vizsgálati módszer képes megjósolni az esetleges hatást. Feltételezzük, hogy a már említett emberi daganatos sejtvonalak e célból irányt mutathatnak. A transzgenikus állatokon

növő emberi daganatok daganatgátló vizsgálata már közelebb visz a vegyület valódi hatékonysághoz, mert az élő szervezet reaktív tényezőivel is számol. A preklinikai vizsgálatok kulcsfontosságú problémája azonban, hogy a vizsgált vegyület képes-e a daganatsejt genetikusan vezérelt, fajlagos

Vegyület	Célpont	Kórkép
Monoklonális ellenanyagok		
<i>Nem konjugáltak</i>		
rituximab (Mabthera, Rituxan)	CD ¹ 20	B-sejtes limfómák
epratuzumab*	CD 22	non-Hodgkin-limfóma
daclizumab (Zenapax)*	CD 25	non-Hodgkin-limfóma
gemtuzumab ozogamycin (Mylotarg)	CD 33	akut myeloid leukémia
alemtuzumab (Campath-1)	CD 52	B-, T-sejtes limfómák
<i>Konjugáltak</i>		
ibritumomab tiuxetan+Y-90	CD 20	B-sejtes limfómák
tositumomab I-131 (Bexxar)	CD 20	B-sejtes limfómák
<i>Szolid tumorok</i>		
cetuximab (Erbix)	Her-2, (Her-1)?	vastagbél, emlőrák
bevacizumab (Avastin)	VEGF ²	vastagbél-, veserák
trastuzumab (Herceptin)	Her-2	emlőrák
antiangiogenetikus vegyületek		
Thalidomid	TNF ³ α ,	myeloma mpl
	vascularis cytokinek	
marimastat*	VEGF	szolid tumorok
<i>Receptorgátlók</i>		
imatinib (Glivec)	bcr-abl., c-Kit, PDGFRA ⁴	idült myel. leukemia, GIST ⁵
erlotinib (Tarceva)	EGFR ⁶ tyrosin kinase	laphámrákok
gefitinib (Iressa)	EGFR tyrosin kinase	NSCLC ⁷ , laphámrákok
<i>Jelátvivő molekula gátlók</i>		
tipifarnib (Zarnestra)	farnesyltransferase	szolid tumorok
lonafarnib (Sarasar)	farnesyltransferase	szolid tumorok
proteosoma gátlók		
bortezomib (Velcade)	NFkB ⁸	myeloma mpl., limfómák

2. táblázat • A CMT regisztrált gyógyszerei (A *-gal jelölt molekulák regisztrációs folyamat alatt állnak.) ¹ CD = cluster of differentiation; ² VEGF – vascular endothelial growth factor;

³ TNF = tumor necrosis factor; ⁴ PDGFRA – platelet derived growth factor receptor alpha;

⁵ GIST = gastrointestinal stromal tumor; ⁶ EGFR = epidermal growth factor receptor; ⁷

NSCLC = non small cell lung tumor; ⁸ NFkB – nuclear factor kappa B

eltérését – bármilyen formájú mutáció is legyen az – korrigálni vagy megszüntetni. A kibontakozás csak ilyen típusú vizsgálatok kötelező érvényű bevezetésével lehetséges.

A következő kérdéscsoport a klinikofarmakológiai vizsgálatok köréből adódik. Mi legyen a vizsgálat célja: *response* (a daganat megkisebbedése) vagy *survival* (élettartam-meghosszabbodás)? Kiken történjen a vizsgálat? Milyen vizsgálatok előzzék meg a daganatos beteg vizsgálatba való beválasztását?

Az első kérdésre a válasz egyértelmű: az ideális daganatgátló szer eltünteti/megkisebbsíti a daganatot, és ez a „remisszió” olyan, hogy az élettartam is meghosszabbodik. Lehetséges azonban, hogy a kezdeti, kedvező válasz nem tart sokáig, a daganat újból növekedni kezd, és az élettartam nem hosszabbodik meg. Végül az is előfordulhat, hogy a daganat nagysága nem változik, de a daganatsejtek aktivitásukat hosszú időre felfüggesztik, és a beteg objektív/szubjektív panaszai megszűnnek. Az élettartam ilyenkor jelentősen megnyúlhat. A daganatos betegségeknek ezt a lefolyását gyakran észleljük a CMT gyógyszereinek klinikai vizsgálatakor (Ratain, 2004). Mindenképpen szükséges tehát, hogy a vizsgálat célpontjait (endpoint) revízió alá vegyük, és az élet minőségét, valamint az élet tartamát ugyancsak megcélazzuk. Az új jelszó: ha nem is tudom ugyan meggyógyítani a daganatos betegséget, legalább a beteg éljen jó életminőségben tovább a daganatával!

Nagy problémát jelent a megfelelő vizsgálati alanyok megválasztása (patient selection). A hagyományos irányelvek szerint – helyes etikai megfontolásból – csakis azokon a betegeken szabad új gyógyszereket vizsgálni, akik minden más terápiás módszerre rezisztensek, általános állapotuk még jó, és beleegyeznek az új terápiába. Ezek azonban rendszerint agyonkezelt betegek, és nem biztos, hogy olyan módon

reagálnak, mint a kezeletlenek. Olyan beteg, aki pedig kezeletlen, de más terápiára nem hozzáférhető vagy azt megtagadja, kevés van. A vizsgálatához szükséges számú beteg toborzása tehát komoly akadályokba ütközik.

Nehézséget jelent az is, hogy a CMT egyes anyagainál főleg az áttétek megelőzése, vagyis a metasztázisok gátlása várható. Ilyen vegyületek például az antiangiogenetikus molekulák (lásd előbb a megfelelő fejezetet). Ezeket célszerű lenne adjuváns terápiában vizsgálni és alkalmazni. Ez azonban az esetleges mellékhatások ismerete nélkül lehetetlen, a késői esetleges toxicitásról nem is szólva. Ily módon lehet, hogy nem ismerjük fel valamely vizsgált vegyület kedvező daganatgátló hatását.

Állatkísérletek bizonyítják továbbá, hogy a CMT vegyületei – miként említettük – kombinált kemoterápiában additív/szinergisztikus daganatgátló hatást váltanak ki. Kérdés, hogy mely vegyületekkel kombináljunk egy kísérleti szert? Együttesen adjuk azokkal, vagy a hagyományos kezelést követően? E kérdésekre a választ mindössze több hónap után át folytatott, randomizált vizsgálat tudná megadni. Sajnos, több vegyület sorsa bukott azon, hogy ilyen típusú vizsgálatokra nem került sor.

Végezetül eljutottunk a legfontosabb kérdéshez. Csak olyan beteget szabad a klinikofarmakológiai vizsgálatba bevinni, akinél előzetes vizsgálatokkal sikerül bizonyítani a vizsgált szer potenciális hatékonyságát. Ez azt jelenti, hogy a genetikus eltérést ki kell mutatni (az lehet bármilyen mutáció), s annak gátlását a vizsgálandó molekulával kell végrehajtani. Erre olyan bizonyítékaink vannak, mint a trastuzumab hatékonysága a Her-2 receptorral rendelkező betegen, vagy az imatinib gátló hatása a c-kit onkogénnel rendelkezőkön. Tovább finomodik az eljárás akkor, ha analizáljuk a genomikus eltérés további részleteit is. Tudjuk például, hogy a

c-kit onkogén exonjainak analízise megjósolhatja a várható terápiás eredményt, hiszen a 11.exon esetében – szemben a 17.exonnal – kedvező lefolyásra számíthatunk. Ugyanilyen elővizsgálat szükséges a CMT más gyógyszereivel kapcsolatban is (gefitinib, erlotinib stb.). (Bradbury, 2004) A genetikus mintázat megállapítására 2001 óta van már módunk *microarray* segítségével. Itt csak arra utalunk, hogy az egyik bevezető feje-

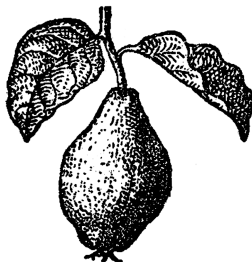
zetben e módszer jelentőségéről részletesen megemlékeztünk.

Mint látjuk, hosszú és valószínűleg kanyargós az út előttünk. Annyi azonban bizonyos, hogy felfelé vezet.

Kulcsszavak: *célzott molekuláris terápia, monoklonális ellenanyagok, antiangiogenetikus anyagok, célzott molekuláris daganatgátlók*

IRODALOM

- Bradbury, Jane (2004): EGFR Mutations Predict Lung-cancer Response to Gefitinib. *The Lancet Oncology*. 6, 335–336.
- Chabner, Bruce A. (1990): In the Defense of Cell-line Screening. *Journal of the National Cancer Institute*. 82, 1083–1086.
- Chu, Edward (2005): Drug Development. In: DeVita, Vincent T. – Hellman S. – Rosenberg, S. A. (eds.) *Cancer. Principles and Practice of Oncology*. 7th Edition. Lippincott, Williams, Wilkins, Philadelphia. 307–317.
- Eckhardt Sándor (1986): A kemoterápia helyzete Magyarországon. *Magyar Tudomány*. 7, 536–546.
- Eckhardt Sándor (2002): Recent Progress in the Development of Anticancer Agents. *Current Medicinal Chemistry*. 2: 419–439
- Eckhardt Sándor – Pápai Zs. – Bodoky Gy. – Horti J. – Tamás K. – Nagy T. – Orosz Zs. – Sági Z. – Gödény M. – Jakab K. – Ésik O. – Trón L. – Besznyák I. (2003): Az imatinib kezelés hatása gastrointestinalis stroma eredetű daganatokban. *Orvosi Hetilap*. 144, 2207–2212.
- Johnson, David Horton – Fehrenbacher, L. – Nowotny W. E. et al. (2004): Randomized Trial Comparing Bevacizumab Plus Carboplatin and Paclitaxel with Carboplatin and Paclitaxel Alone in Previously Untreated Locally Advanced or Metastatic NSCLC. *Journal of Clinical Oncology*. 22, 2184–2191.
- Molnár Lenke – Nagy Á. – Dávid M. – Szomor Á. – Méhes G. – Kovács G. – Losonczy H. (2004.): Imatinib kezelési eredmények krónikus myeloid leukaemia késői krónikus fázisában, interferon- α kezelés után. *Orvosi Hetilap*. 145. 17, 901–907.
- Ratain, Mark J. – Eckhardt, S. Gail (2004): Phase II Studies of Modern Drugs Directed Against New Targets: If You Are Fazed, Too, Then Resist RECIST. *Journal of Clinical Oncology*. 22, 4442–4446.
- Richardson, Paul G. – Hideshima, T. – Anderson, K. (2003): Bortezomib (PS-341): A Novel, First-in-class Proteasome Inhibitor for the Treatment of Multiple Myeloma and Other Cancers. *Cancer Control*. 10, 361–369.



Tanulmány

EURÓPAI EGYESÜLÉS – INTEGRÁCIÓELMÉLET

(Új integráció gazdaságtanának szükségessége)¹

Palánczai Tibor

az MTA rendes tagja, egyetemi tanár

Budapesti Corvinus Egyetem – tibor.palanczai@uni-corvinus.hu

Az európai egyesülés néhány jellemzője

Az előadásomban nem bocsátkozom az európai egyesülés folyamatának történelmi áttekintésébe. Inkább a második világháború utáni fejlemények néhány fontos mozzanatára szeretném felhívni a figyelmet.

- Az európai egyesülés megvalósul. A nagy gondolkodók álmából egyre inkább valósággá válik.
- Már nemcsak egyesülésről, hanem *integrációról* kell beszélnünk.
- A folyamatok tanulmányozására különféle *integrációelméleti iskolák* jönnek létre.
- A európai egyesülés és integráció elemzésére új interdiszciplináris tudományág alakul ki, az „*európai tanulmányok*”.

A második világháború után az európai egység megvalósulásának alapja az *integráció folyamata*. Az integráció minőségi fordulatot jelent a nemzetközi munkamegosztás jellegében, intenzitásában és szerkezetében (reál-integráció). A nemzetgazdaságok minőségileg új viszonyba kerülnek egymással, s az integrációból származó hatékonysági és jóléti előnyök származnak. Az integráció és fejlettség kölcsönösen és szorosan összefügg egymással.

Az integrációs folyamat globális méreteket ölt, a globalizáció a világméretű integráció megjelenése. Az integráció regionálisan sűrűsödik, a regionális integrációk részben erősítik, részben pedig ellensúlyozzák a globális hatásokat. A globális integráció hatalmas hatékonysági forrásokat szabadít fel, de egyenlőtlenül fejlődik. Számos vonatkozásban növeli a különbségeket, s előnyei mellett erőteljes érdekellentéteket és konfliktusokat szül. A regionális integrációk a kiegyenlítő-dést többnyire elérendő célnak tekintik, sőt egyesek azt konkrétan programozzák. A regionális integráció intézményileg is megszerveződik, szabályozni törekszik a folyamatokat, s a kormányzást újabb szintekre terjeszti ki. A világon a WTO szerint mintegy százharminc regionális szervezet van, amely tevékenysége keretében valamilyen integrációs alapformát (szabadkereskedelmi övezet, vámunió vagy gazdasági unió) választott. A globális világgazdasági intézmények (WTO, Világbank stb.) hatóköre és tevékenységének hatékonysága korlátozott. A sokszintű kormányzás globális dimenziói még kialakulásuk kezdeti stádiumában vannak.

A mintegy százharminc gazdasági tömörülés közül az EU az egységes piac megteremtésével és pénz bevezetésével a legmesszebbre ment el az integrálódásban. S

¹ az MTA r. tagja székfoglaló előadás, 2005. febr. 14.

egyetlen integráció, amely a föderatív aspirációjú politikai egyesülést is célul tűzi.

A 2000-es évek elejére nyilvánvaló, hogy az *európai egyesülési folyamat domináns integrációs keretét* a huszonöt tagúra bővült *Európai Unió* képezi. Külső kapcsolódásaival már most átfogja a kontinens országainak nagy részét. A nyugat-európai ún. „maradék EFTA”-országok (Norvégia és Izland) az *Európai Gazdasági Térséggel* kapcsolódnak, ami gyakorlatilag az egységes piac kiterjesztését jelenti (Svájc nem ratifikálta az EGT-t, de szerződéses kapcsolatai az egységes piac elemei nagy részére kiterjednek). A társult Bulgária és Románia tagsága a közeli években megvalósul, s őket hamarosan követheti Horvátország. A 2003. júniusi thesszaloni tanácsülés elkötelezte magát Nyugat-Balkán országainak teljes jogú tagsága mellett. A következő évtizedekben 35-38 tagországot magába foglaló Európai Unió alakulhat ki, amely keleten várhatóan a FÁK határait követi. Az Unióhoz a jövőben Nyugat-Európából Norvégia, de akár Izland és Svájc is csatlakozhat.

Az európai integrációs folyamatot *szoros atlanti kapcsolódás* jellemzi. A háború után az európai gazdasági együttműködés beindulása szempontjából az első fontos fejlemény az *Európai Újjáépítési Program* (Marshall-terv) volt. Végrehajtására 1948-ban az *Európai Gazdasági Együttműködési Szervezet* (OEEC) hozták létre. A program az együttműködési folyamatot atlanti dimenziókban indította, s az integráció atlanti leágazása a mai napig jellemző maradt. Ez megfelelt az amerikai stratégiai és gazdasági érdekeknek, ami változó hangsúlyokkal, de a mai napig is érvényes. Az integráció atlanti jellegének fontos dimenziói az európai és amerikai transznacionális társaságok.

Az atlanti gazdasági integrációs kapcsolatok külön szorosabb intézményes formát nem öltenek. Az OEEC 1961-től átalakult a *Gazdasági Együttműködési és Fejlesztési Szervezetté* (OECD), amely az atlanti irányú

integrációs kereteket (a nemzetközi tőkeáramlások szabályozása, globális együttműködés feltételeinek összehangolása vagy az akadálytalan világkereskedelem előmozdítása) globális dimenziókban terjesztette ki. A folyamatot olyan globális intézmények is szolgálják, mint a GATT (WTO) vagy a Valutaalap. A gazdasági integráció erőteljes atlanti leágazásai ellenére az európai egyesülés a kontinensre szűkül, sőt mindvégig bizonyos mértékig éppen az amerikai hatalmi befolyás ellensúlyozását szolgálta. A szorosabb együttműködésben kivétel a katonai-biztonsági szféra; a NATO ma is Európa védelmének legfőbb garانتálója. Nem kizárt, hogy a jövőben az atlanti szabad kereskedelem megvalósul, de szorosabb integrációs formáknak és bármily politikai egyesülésnek kicsi az esélye.

Integrációelméletek kialakulása

Az európai egyesülés folyamatainak a leírására számos elméleti iskola jött létre. Közülük különösen a *föderalizmust*, a *funkcionalizmust*, valamint a *kormányköziséget* (intergovernmentalism) tekinthetjük meghatározó (mainstream) irányzatoknak. Rajtuk kívül még számos iskoláról (tranzakcionista iskola, társadalmi konstruktivisták, kommunikációs iskolák, konfliktuselméletek, távolságelméletek, realista vagy idealista felfogások stb.) lehet említést tenni, de velük nem foglalkozom részletesebben.

A föderalizmus gondolata és az új világrenddel kapcsolatos viták a 18. századra nyúlnak vissza. „Az eszmei örökség első felvonása Immanuel Kanttal kapcsolatos, aki a kifejlődő föderációt mint a háború fenyegetése elleni legmegfelelőbb alkotmányos biztosítékot javasolta.” (Rosamond, 2000, 25.) Kant gondolatait *Az örök béké*-ben fejté ki, amelyet 1795-ben publikált.

Kant művét az elméleti irodalom, főként a föderalisták, ma is kiinduló referenciának tekintik. A szövetség vagy a föderáció célja a háború megelőzése és kiküszöbölése,

a föderáció egyenlő, egyenjogú államok szövetsége, demokratikus föderáció, nem a despotizmuson, mint mondja, nem a „szabadság temetőjén” nyugszik (Kant, 1918, 48.), s nem célja a nemzeti azonosság felszámolása. Fontos gondolat, hogy a béke nem küszöböli ki a versenyt, sőt ez a „leghevesebb” lesz, de így teremthető meg az erők egyensúlya. (Kant, 1918, 48.) Az Európai Unió lényegéről van szó, ami nem más, mint az együttműködés és a verseny sajátos dialektikája, szimbiózis, s ez biztosítja vitalitását, versenyképességét és tagjainak jólétét.

A második világháború tanulságai alapján az európai értelmiség köreiből végképp megerősödött a meggyőződés, hogy a föderáció az egyetlen út a tartós béke biztosítására. Altiero Spinelli idézem: „a nemzeti államok elvesztették létjogosultságukat, miután nem képesek garantálni polgáraik politikai és gazdasági biztonságát.” (Spinelli, 1972, 68.)

Föderalizmust olyan politikai rendszerként írják le, amelyben *világos hatalmi munkamegosztás* van a helyi, a regionális és a központi kormányzás között, de amelyre nemzetek feletti hatalmi és kormányzási centrum fokozatos kialakulása a jellemző. Stabilitásának feltétele a megfelelő egyensúly, egyrészt a hatalom különböző rivalizáló szintjei, másrészt a hatékonyság és a demokrácia közt.

Kant eredetileg úgy fogalmaz: „A *föderalitás* ezen eszméjének lassanként minden államra ki kell terjednie. S ez az út elvezet az örök békéhez.” (Kant, 1918, 29.) Kant életművében mindössze kétszer írja le az *Európa* szót, s többször is egyértelművé tette, hogy végső soron „világköz társaságra” gondol. Az „igazi” föderalisták mindig a világállam (világkormány, -pénz, -hadsereg) mellett voltak, sőt a regionalizmust többnyire elutasították.

A második világháború után kialakuló neoföderalizmus már elfogadja a regionális integrációt. Az ún. „euroföderalisták” (John Pinder, Guido Montani stb.) fő törekvése az Európai Egyesült Államok létrehozása.

A funkcionalisták szerint a legfontosabb kérdés az integrációs folyamatok *szabályozásának célszerűsége és hatékonysága*. A *funkcionalista iskolák* közvetlenül az integrációs rendszer jobb működésére helyezik a hangsúlyt. A funkcionalisták szerint a nemzeti állam egyre kevésbé képes alapvető társadalmi, gazdasági és politikai feladatainak megfelelni. Ezért egyre több közös célt és funkciót kell a hatékonyabb integrációs szervezetekbe delegálni.

A funkcionalisták elismerik, hogy a módosítások a funkciók gyakorlásában intézményi változásokat igényelnek. A funkcionalista logika ugyan eljutott a nemzetek feletti intézményekhez, az elméletek többsége a végső célt homályban hagyta. A funkcionalisták a nemzeti államot mint irracionális értékterhelt koncepciót ítélték el, de a hatalom felfelé delegálását a kormányzás magasabb szintjére csak hatékonysági alapon tartották szükségesnek.

A funkcionalisták, hasonlóan a klasszikus föderalizmushoz, nem szimpatizáltak a regionális integrációval. David Mittrany az európai egyesülést keményen elutasította.

Az ún. *neofunkcionalisták* (Ernst B. Haas vagy Leon Lindberg) a jólét és a belső béke mellett a külső biztonságot, a nemzeti politikai elitnek szerepét hangsúlyozzák. Rámutatnak, hogy a funkciók lehetnek nemcsak biztonságiak, hanem gazdaságiak, politikaiak, társadalmiak vagy infrastrukturálisak.

A háború után mindkét irányzat növekvő politikai befolyásra tett szert, s hatékony nyomást gyakorolt a politikai egyesülés irányában. Dimitris N. Chryssochoou írja: „Sokak számára az integrációelmélet” és a „neofunkcionalizmus” gyakorlatilag szinonimák. Akár az európai integráció elméletének hivatalos változataként is le lehetne írni. A neo-funkcionalizmus Brüsszelben ideológiai státust ért el.” (Chryssochoou, 2001, 54.)

A föderalizmus és a funkcionálisizmus az első ellenlökést már az 1960-as évek köze-

pén megkapta. Ez 1965-ben Charles de Gaulle „üres szék” politikájával kulminált. A nemzeti érzelmek bizonyos újraéledése nemcsak a minősített többségi szavazásra való áttérés francia elutasításában, hanem az európai politikai elit bizonyos köreiben is tetten érhető volt. A nemzetekfelettség (szupranacionlizmus) felett egyelőre diadalmaskodott a *kormányköziség* (intergovernmentalizmus) elve. A hangsúly a nemzeti érdekekre helyeződött, s a tagállamok kormányainak központi helyzete fennmaradt a kialakuló közösségi intézményekkel szemben. Megerősítést nyert, hogy az integrációs folyamatban a nemzeti államok elsődleges szereplők maradnak.

Az 1960-as évek végétől az európai integráció folyamatában rövid fellendülés következett. 1967-ben a de Gaulle-i obstrukciót a Luxemburgi Kompromisszummal sikerült meghaladni, s az Európai Közösség megalakulásával (az Európai Bizottság létrejötte a Montánui Főhatósága, valamint az Európai Gazdasági Közösség és az Euratom Bizottság egyesítésével) az intézményi keretek is valamelyest megerősödtek. A vámunio és a közös piac kialakítása 1968-ra határidő előtt fejeződött be. Napirendre került a gazdasági és monetáris unió kialakítása (Werner-terv 1980-as határidővel), s az első lépéseket 1971-ben megtették. Az 1970-es évek válságfejeményei (a nemzetközi monetáris rendszer 1971-es válsága, majd az olajárrobbanások 1971-ben, 1973-ban és 1979-ben) alapján azonban az integrációs folyamatok ismét megtorpantak.

A fokozatos és lassú konszolidáció után az integrációs és egyesülési folyamat csak az 1980-as évek második felétől vett ismét lendületet. A legfontosabb ebben az Egységes Európai Piac programja volt, amelyet 1992-es határidővel fogadtak el. Ezt nem sokkal később követte a gazdasági és monetáris unió újabb terve (Delors-terv), amit 1989-ben tettek közzé. Mind két terv megvalósult, ami

azt jelentette, hogy az 1990-es évek elejétől az EU-ra *erőteljes integrációs építkezés* vált jellemzővé. Az integrációs programokat széleskörű intézményi változások kísérték (Egységes Európai Okmány – 1987, az Európai Unió Szerződése (Maastricht) – 1992, Amsterdami Szerződés – 1997, Nizzai Szerződés – 2001, majd az ún. Alkotmányos Szerződés aláírása 2004 októberében).

Az 1990-as évek fejleményei a neofunkcionalisták hagyományos érvelését értelemszerűen újra felerősítették. Ugyanakkor az ellenfelek azzal érveltek, hogy ezek a fejlemények nem változtatták meg a Közösség jellegét, s az integrációs folyamat le- és felfelé irányuló hullámozása ellenére az európai intézmények és a döntéshozás kormányközi jellege változatlan maradt. Nem került sor drámai áttérésre a nemzetek feletti struktúrák irányába. Az integráció uralkodó irányzata a liberalizálás volt (egységes piac), s az intézményépítő lépéseket is a liberalizált piac tökéletesebb működtetése céljának rendelték alá. A monetáris unió nagyrészt az egységes piac programjából következett, s a monetáris politika közösségi szintre emelése ezen a trenden szertűnik nem változtatott. Az elméleti irányzatot, amely ezeket a folyamatokat kísérli meg leírni „*liberális kormányköziségnek*” (liberal intergovernmentalism) nevezik, s fő képviselőjének Andrew Moravcsikot (1995) tekintik. Moravcsik a maga részéről a liberális intergovernmentalizmus államcentrikus elméletével az Uniót olyan rezsinként írja le, amely a kormányközi alkudozásokat hatékonyabbá teszi, miközben a nemzeti vezető politikusokat is felértékeli. (Moravcsik, 1993, 507.)

Többen megjegyzik, hogy azok a „megkülönböztetések”, amelyek a nemzetekfelettséget és a kormányköziséget a spektrum ellentétes végeire helyezik, félrevezetők. Helene Wallace bírálja a kormányköziség leszűkítő terminológiáját, s a „*transzgovernmentalitással*” próbálja az EU-együttműködés igazi jellegét kifejezni, ami a lazább

kormányköziséggel szemben a kapcsolatokat átfogó és intenzív jellegét hangsúlyozza: „Az »intergovernmentális« terminológia azonban, nem ragadja meg az EU-politizálás igazi jellegét. Túlzottan a kormányok között a többi nemzetközi szervezetben folyó együttműködést idézi, amelyekben az együttműködés intenzitása meglehetősen korlátozott. Ezért inkább a »transzgovernmentális« terminológiát részesítjük előnyben, amely példaink nagyobb intenzitását fejezi ki, ahol az EU-tagok kormányai készek voltak halmozottan elkötelezni magukat meglehetősen kiterjedt szerződésekre és feyelemre.” (Wallace, 2000, 33.)

A funkcionista gondolkodás mentén értelmezhetjük a *többszintű kormányzás* elvének előtérbe kerülését. A többszintű kormányzás fő képviselőinek Leon Lindberget és Stuart A. Scheingoldot tekintik. Az Európai Bizottság 2001. júliusában *Fehér Könyv*-et tett közzé az „Európai kormányzás” jövőbeni reformjáról. A *Fehér Könyv* a „jó kormányzás” öt alapelvét – a nyitottság, a részvétel, az elszámoltathatóság, a hatékonyság, és a koherencia – fektette le, s fő céljaként a politikák hatékonyságának növelését, és a polgárokhoz való közelebbi hozását határozta meg.

A többszintű kormányzás új struktúráként fogható fel, amelyben a szuverenitás alkotmányos alapjai változatlanok maradhatnak, és a nemzeti tagállamok továbbra is alapvető egységeket képeznek, de ugyanakkor *kihívást* jelent az államok *funkcionális és működési autonómiájával* szemben a döntések megosztásán és a politikák megosztott gyakorlásán keresztül.

A többszintű kormányzás kapcsán kialakuló komplex struktúrákat a „posztmodern” mellett egyesek „új középkori” („neomedievalism”) jelzővel illetik. A középkori nyugati kereszténységben a hatalom megosztottsága volt a jellemző, egyrészt fűl a császár és a pápa, másrészt alul a különböző vazallusok között. Bull szerint „ennek kifej-

lődhethet egy modern és világi megfelelője, amelynek központi jellemzője az átfedő hatalmak és többirányú lojalitások rendszere.” (Bull, 1995, 245.)

Osztom azokat a véleményeket, miszerint az 1990-es évek fejleményei az európai *integráció történetében fordulatot* hoztak. A legfontosabb fejlemény 1992-ben az Európai Unió Szerződésének elfogadása volt, amely már „világos átmenetet jelzett a Közösség fejlődésében a »politikától az államalakulat (polity) »irányába” (Chryssoschoou, 2001, 96.) Ezt úgy foglalthatnánk össze, hogy az Unió működésében és jellegében olyan minőségi változások következtek be, amelyek azt egyre inkább *önálló politikai egységgé vagy államalakulattá* (polity) fejlesztették. Liesbet Hooghe ezt *államalakulat formálás* (polity forming) folyamatának, vagy „kibontakozó államalakulatnak” (emerging polity) nevezte. (Hooghe, 1995). A széles kormányzási képességekkel rendelkező „saját jogú politikai rendszer” szempontjából fontos fejlemény a javaslat az EU önálló jogi személyként való definiálására és rögzítésére az Alkotmányos Szerződésben.

Felmerül a kérdés: most, a 2000-es évek elején hol tart, meddig jutott el az egyesülés és az integráció folyamata, és hogyan határozható meg a jellege?

Valamennyi vitapartner egyetért, hogy az *Európai Unió egyedülálló vállalkozás*, olyan komplex egység, amelyre a múltból sincsen példa. Aligha tagadható, hogy az Európai Unió több, sőt sokkal több, mint egy egyszerű nemzetközi intézmény, akkor is, ha még nem vált nemzetek felettivé, és nem rendelkezik klasszikus föderalista struktúrákkal. Az Unió még mindig fűlton van a nemzeti és a föderális struktúrák között, „fél államalakulat” (partial polity) vagy „részben kialakult politikai rendszer” (part-formed political system), amelyre a „közbeeső jelleg” (inbetweenness) jellemző, s még valahol a nemzeti és a nemzetek feletti állam közötti

„szürke zónában” van. (Chryssochoou, 2001, 15.) „Az Unió megoldatlan társadalomtudományi rejtvény maradt, *„nyitott politikai ki-menetek”* (open finalité politique)” (Wessels, 1997, 12.) Az Unió a föderális és államközi tulajdonságok „zavarba ejtő keveréke”. (Belamy – Castiglione, 1999, 11.)

Az Unió meghatározásával kapcsolatos terminológiai vitákat és zűrzavart jól jellemzi az elméleti irodalomban fellelhető elnevezések sokasága és gazdagsága: egyetértési rendszer (concordance system – Puchala, 1972), hálózati kormányzás (network governance), kváziállam, konföderációs összetársulás (confederal consociation – Taylor, 1993) vagy „posztnemzeti formáció” (Habermas, 1995). Ezek közül az „egyetértési rendszer” vagy a konföderációs típusú „összetársulás” széles körben használt terminológiákká váltak, s talán mondhatjuk, hogy a helyzet találó leírását adják.

„Az európai integráció elméleti értelmezése nagyon sok ígéretes elméleti kiindulópontból mozdult ki, de eddig csak nagyon kevés konkrét elméleti következtetésig jutott el. Az általános konklúzió, ami levonható, hogy a folyamatos politikai és alkotmányos fejlődése, és a lényeges politika-kompetenciák fokozatos növekedése ellenére, az Unió nem fejlesztette még ki a szuverén egység tulajdonságait. A fentiek mégis segítenek az Uniót megérteni, amely mint összetett államalakulat legjobban a »konföderációs összetársulással« ragadható meg: egy, az egyetértésen alapuló államalakulati formával, ami az integráció olyan szintjét érte el, ami számos többnemzetiségű föderális államalakulathoz hasonlít, anélkül azonban, hogy bármilyen alapvető módon fenyegetné az öt alkotó államok szuverenitását.” (Chryssochoou, 2001, 192.)

Az egyesülési folyamat és Közép-Európa

A „szovjet fenyegetés” kétségtelenül hosszú időn keresztül az európai egyesülési

folyamat ösztönzője és erjesztője volt. Az integrációt mégis alapvetően belső érdekek, folyamatok és kihívások mozgatták, kifejeződése volt a globális világgazdaságban bekövetkező alapvető szerkezeti és működési változásoknak. A nagy integrációs döntések (egységes piac vagy EMU) az integrációs folyamatok belső logikájából következtek. Az 1990-es évek elején a szovjetrendszer összeomlása ugyan átmenetileg új biztonsági fenyegetésként jelent meg, de később az európai elit számára inkább az új demokráciák vehemens integrációs követelése okoztak gondot. Az aggályok az elmélyülés és kibővülés dilemmájában fogalmazódtak meg, s egészen az 1990-es évek végéig (az euró beindítása) az elmélyülés élvezett elsőbbséget. A prioritásváltás gyakorlatilag 1999-ben következett be, ami után már nemcsak a csatlakozási tárgyalások tényét fogadták el, hanem annak ütemezése is napirendre került.

Úgy gondolom, hogy a rendszerváltások összességében tovább ösztönözték és erősítették az egyesülési folyamatot. Véleményem szerint az 1990-es évek második felében a csatlakozni szándékozók nyomása az euró bevezetésére is pozitív hatással volt. Más kérdés, hogy a huszontökre való bővítéssel az EU mennyiben vált „erősebbé”.

Uniói tagságunkkal az EU jövője, belső fejlődése saját ügyünké vált, érdekeinket alapvetően érinti. Érdekeinknek az európai egyesülés olyan politikai rendszere felel meg, amelyben *világos és rugalmas hatalmi munkamegosztás* van a helyi, a regionális és a központi kormányzás között, amely hatékonyan működik, s annak valamennyi szintjén *a demokrácia elvei* érvényesülnek.

Az EU hatalmi struktúrájában *három országcsoporthoz megkülönböztetése* indokolt, s ezen a további kibővülések sem változtatnak.

- A *hat* nagy ország (négy+kettő), vagy ha úgy tetszik, az *Unió nagyhatalmai*, amelyek a négy hatvan-nyolcvanmilliósi

országból, valamint a negyvenmilliós Lengyel- és Spanyolországból állnak. A hat ország az Unió lakosságának a kétharmadát adja.

- A következő tíz országot az Unió közép-hatalmainak tekinthetjük, lakosságuk tíz- és húszmillió körül van, s az Unió összlakosságának egynegyedét képviselik. Közülük kiemelkedik, s különleges szerepet játszik Hollandia 17 milliós, s játszhat Románia mintegy 22 milliós lakosságával. A többi ország lakossága egyenként tízmillió körül van.
- A tizenegy kis ország közé öt négy- és ötmilliós ország, valamint hat miniatűr (kétmillió körüli vagy kevesebb lakossal) sorolható, amelyek együttesen az Unió összlakosságának a 6 %-át teszik ki.

Felmerül a kérdés, hogy az EU-tagga válá-sunkkal a közép-európai szub-regionális együttműködések lekerültek-e a napirendről. A válaszom: határozott nem. Sőt úgy vélem, hogy ebben Magyarországnak különleges szerepe is jó esélye van.

Az alapkérdésnek Magyarország és a szomszédos államok közötti gazdasági kapcsolatok és együttműködés kiépítését, felépítését vagy visszaépítését, történelmi értelemben a gazdasági reintegrációt tartom. Az elmúlt években gyorsan modernizálódó szerkezetű magyar gazdaságnak erre jók a lehetőségei, amelynek az uniós tagság kere-tül szolgálhat. Az utóbbi évek fejlődése igen biztató, gyorsan nőnek a szomszédokkal a kereskedelmi kapcsolatok, s ami fontos, a tőkebefektetések. A hárommilliárd eurót meghaladó külföldi befektetéseinkkel a régióban élen járunk, a többi országban a folyamat éppen hogy elindult.

A magyar tőkebefektetések fő irányát a szomszédos országok képviselik. A befek-te-tések jelentős része olyan nagy társaságokra jut, mint a MOL, Matáv és az OTP (jelenlétük stratégiai jelentőségét aligha lehetne túlér-tékelni). Öröndetes, hogy a befektetések-

ben nő a kis- és középvállalkozások aránya (mintegy 40 % körüli). Ahogy az uniós tag-sággal a gazdasági és adminisztratív határok leépülnek, az „összenövés” felgyorsulhat. Hasonlóképpen épülhetnének ki a társadal-mi és politikai kapcsolatok. Ezeket is alulról kellene felépíteni, s az „építés” fő szereplője a civil társadalom lehetne. (Miszlivetz, 2004)

Hangsúlyozni kívánom a szubregionális integráció gazdasági racionalitások alapján történő szerveződését. A vállalkozók (s így a magyar vállalkozók) nem etnikai alapon ke-resnek partnert, és fejlesztik tevékenységüket, hanem azt üzleti érdekeik alapján alakítják ki. Az újrépülésnek és az újintegrációnak tehát a régió valamennyi polgára a szereplője. A Kárpát-medence mindig is többnemzetiségű volt.

Ha a határon túli magyarságnak sikerül megtalálnia tényleges összekötő híd szere-pét a szomszédos országokkal, akkor egy olyan regionális szövetséget kovácsolha-tunk, amelynek már érdemi befolyása és beleszólása lehet a folyamatok alakulásába. A másik két országgal, Romániával és Szlo-vákiával, ahol jelentősebb számú magyar ki-sebbség él, a Tanácsban például együttesen 33 szavazattal rendelkezünk, ami már több mint az egyes nagy országok 29 szavazata. Még inkább ez a helyzet, ha Ausztriával, Szlo-véniával vagy Csehországgal is számolunk. Ezek együttműködésével, különösen bizo-nyos kérdésekben, a régió akár nagyhatalmi befolyási súlyra is szert tehet. Nevezhetjük ezt az Unión belül Dunai vagy Kárpáti Össze-társulásnak.

Az esetleges szubrégiós „összetársulásnak” az EU alkotmányos és politikai struktúrái biztosítják az államjogi (nem kevésbé fontos jogállami) kereteit. A folyamat gaz-dasági értelemben nyilván nagyrészt a piaci szereplők érdekein múlik, de előmozdítása érdekében, mind a nemzeti kormányok, mind a civil szervezetek szintjén, a rásegítés széles eszköztárát lehetne bevetni. Nem lehet

kizámi távlatilag a szubnacionális-regionális vagy interregionális-határon keresztüli intézményes szerveződések sem, sőt azokhoz autonómiatörékvések is kapcsolódhatnak. Ezek erősíthetik az Unió demokratikus struktúráit. Mindehhez természetesen koherens stratégiákra lenne szükség. Az elmúlt időszak politikai mozgásai ellentétes tendenciákat mutattak.

A további kibővülések

A jövő nagy kérdése az Unió számára, hogyan képes elkerülni a nagyarányú kibővülés mellett az integrációs folyamat felhígulását (visszaesés egyszerű szabadkereskedelmi övezet szintjére), fenntartani belső kohézióját, és folytatni az integrációs folyamatot.

Úgy vélem, hogy a ténylegesen egyesülő Európa céljának elérése érdekében *az integrációs folyamat fejlődése két fontos elemét* kell kiemelni, nevezetesen *a konszolidáció és a konvergencia szükségességét*.

A következő időszak első számú feladatának a 25-28-ra kibővült Európai Unió konszolidálását tekintem. A kibővüléseken keresztül születő új Európai Uniónak nemcsak a taglétszáma növekedett meg, hanem belső sokszínűségének nagyarányú változásán keresztül (gazdasági és társadalmi fejlettségben, gazdasági struktúrában, eltérő civilizációs, kulturális és történelmi hagyományokban stb.) új minősége keletkezett.

Az *egyesülési-integrációs folyamat folytatása* biztosíthatja csak, hogy az új tagok növekvő száma ellenére az EU fenntartsa belső és külső azonosságát és jellegét, s képes legyen az integrációs folyamat továbbvitelére mindazonokon a területeken, ahol ez jelentős előnyöket hoz. Ez az intézmények és politikák koherenciáját, hatékonyságát és a koordináció javítását feltételezi.

Másrészt, az egész Unió növekvő gazdasági és politikai ereje szempontjából fontos a belső és külső *konvergencia folyamatának fenntartása*. A konvergencia, a fejlettségi

különbségek mérséklése, *az európai integrációs történet egyik legfontosabb fejleménye* volt az elmúlt évtizedekben. Mondhatjuk az elmúlt időszak történetében az északi, majd a nyugati és a déli perifériák felzárkózása a „központhoz” az európai integráció egyik legfontosabb vonzereje volt. Ha ez a trend megváltozna, s az új tagok felzárkózási folyamata lehetetlenné válna, akkor annak drámai következményei lennének az egész Unió szempontjából.

Az Unió tehát a fejlődésének kritikus szakaszába lépett. A következő időszakban, úgy gondolom, a jelenlegi kibővülések utáni konszolidáció nagyrészt leköti az Unió erőforrásait és energiáit. Ennek függvényében dől el, hogy képes-e a folyamaton megerősödött túljutni, vagy esetleg az egyesülés és integráció folyamata akár hosszabb időre is megtorpan, annak összes negatív következményével együtt. A 27-28 országon túli kibővüléseket ebbe az összefüggésbe kell helyezni.

Kritikus kérdés a kontinens két legnagyobb országának, Oroszországnak és Törökországnak viszonya az európai egyesülés folyamatához. Földrajzilag, területileg mindkettőnek nagyobbik fele Ázsiában fekszik, miközben más-más alapokon, de magam is azon a véleményen vagyok, hogy mindkét ország Európához sorolandó.

Törökország ugyan a huntingtoni értelemben nem tartozik a „nyugati civilizációhoz”, de része a keresztény-zsidó-izlám európai vallási és kultúrkörnek. (Huntington, 1998) Része történelmi, de része politikai és kulturális vonatkozásban egyaránt. A 20. század első évtizedeiben Kemál Attatürk (aki 1923 és 1938 között az új, modern Törökország elnöke volt) Törökország élén a felvilágosodás eszméi alapján hatalmas erőfeszítéseket tett, hogy az országot ázsiai diktatúrából modern európai állammá alakítsa. Az európai uniós tagságra való felkészülés jegyében Törökország az elmúlt

néhány évben ismételtelen figyelemreméltó eredményeket ért el. Európa ezek mellett nem mehet el szó nélkül. Törökország tagsága kapcsán a tagországok véleménye és érdekei megosztottak, de mellette az Európai Unió alapvető stratégiai-biztonsági érdekei szólnak. Különösen egy olyan történelmi időszakban, amikor a biztonsági „fenyegetések” kiemelten a közel-keleti térségből jönnek.

Törökország a régiós stabilizációs funkciót természetesen betölthetné EU-s tagság nélkül. Törökország azonban az EU tagja kíván lenni. A stabilizációs szerep csak az európai orientációjú török elitől várható el. Más erők hatalomra kerülésével akár az ország maga is európai biztonsági kockázattá válna. A török tagság kétségtelenül nagyban befolyásolná az EU belső hatalmi viszonyait és működését, de elsősorban a jelenlegi belső nagyhatalmi erőviszonyokat borítaná fel. Miközben Törökország felvétele stratégiai érdek, a teljes jogú csatlakozás megvalósulása az ország további felkészülése, valamint az Unió belső konszolidációja miatt tizenöt-húsz évet vehet igénybe. Magyarországnak a konszolidált Európai Unióban a török tagsággal szemben nincsen semmilyen stratégiai ellenérdekeltsége.

Oroszország kulturális, civilizációs értelemben egyaránt Európa része, még akkor is, ha Samuel Huntington nem sorolja szorosán a nyugati civilizációhoz („ortodox” civilizáció). Ugyanakkor Oroszország EU tagsága mellett belátható időn belül nem szól semmilyen stratégiai érdek. Oroszország nagyhatalmi törekvéseit az EU-n kívül fogalmazza meg, s az Európai Unió globális stratégiai szerepébe sem illeszkedik az orosz tagság.

Az EU és Oroszország egymás számára stratégiai gazdasági partnerek, s nincs semmilyen akadálya annak, hogy Oroszország is részese lehessen a kontinenst átfogó gazdasági integrációnak. A reálgazdasági integráció mellett ez szerződéses és intézményes kereteket is ölthet („Új szomszédság”, EGT-típusú „nor-

vég modell”), ami megfelelő és vonzó megoldást kínálhat a FÁK más országai számára is (európai vagy kaukázusi köztársaságok). De Oroszország belátható időn belül nem lesz az egyesülési folyamat része. Külön kérdés lehet Ukrajna tagsága. De hasonlóan Törökországhoz, még messze van a csatlakozási érettségtől, s felvételére csak a kibővülések után megerősödött Unió gondolhat.

Nyugat-Balkán uniós tagságának megvalósulása szintén legalább tizenöt-húsz évet igényel. Ezúttal elsősorban csatlakozási érettségük a probléma, bár abban jelentős különbségek vannak. Az érintett országok (Macedónia, Albánia, Szerbia-Montenegro, Koszovó vagy Bosznia-Hercegovina) lakossága együttesen valamivel kevesebb, mint húszmillió, vagyis távlati, fokozatos abszorpciójuk az Unió számára nem okoz gondot.

Szükség van-e az új európai integráció gazdaságtanára?

Az integráció gazdaságtana és a kapcsolódó elméletek a folyamat négy fontosabb dimenziójára koncentrálnak:

- az integrációs folyamatok *tartalma* (lényege),
- az integráció *szervezeti alapformái és intézményei*,
- az integráció *politikai (mechanizmusai és szabályozása), a kormányzás kérdései*,
- az integráció *előnyei és hátrányai (costs-benefits analysis)*.

A gazdasági integrációs folyamatok elemzésére számos *elméleti iskola alakult ki*. Az integrációs folyamat tartalmáról olyan iskoláktól kaphatunk eligazítást, mint a munkamegosztás-elméletek, tranzakcionalisták vagy a kölcsönös függés. A liberálisok vagy a regulációs felfogások az alapformákat és a politikákat, valamint a piac és a társadalmi szabályozás összefüggéseit elemzik. A funkcionálisnak vagy a többszintű kormányzásnak szintén szélesek a gazdaságelméleti

összefüggései. Az integráció előny és hátrány mérlegét illetően leginkább a vámunió-elméletek különböző irányzataira támaszkodhatunk. A különféle iskolák ugyan külön-külön az integráció egy-egy mozzanatára helyezik a hangsúlyt, de együttesen átfogó képet adnak, és végső soron összességében a maga komplexitásában fejezik ki a folyamatok alakulását.

A magyar elemzők hozzájárulása az integrációelméletekhez kezdetektől jelentős. Az integráció alapformáit illetően a szabadkereskedelmi övezettől a gazdasági és a politikai unióig a nemzetközi integrációs irodalom Béla Balassa klasszikusnak számító művét (Balassa, 1961) tekinti ma is kiinduló alapnak. A balassai felsorolásban az „egységes belső piac” még nem szerepel, de ennek nincsen különösebb jelentősége, hiszen az a „közös piac” tényleges és komplex megvalósítását képviseli. A belső piaci jellegű viszonyok követelményét Ausch Sándor a KGST-ről szóló könyvében már 1969-ben felvetette. A KGST-országok számára a piaci integráció szükségességét feszegették Vajda Imre, Csaba László, Tardos Márton és sokan mások. Az integráció és a munkamegosztás összefüggéseit Kozma Ferenc, Török Ádám vagy a már említett Ausch Sándor elemezték. Az integrációt és az interdependenciát az irodalomban sokszor szinte szinonim fogalmakként kezelik. Az 1970-es évektől a kölcsönös függésről és a globalizációról olyan magyar szerzők írtak, mint Bognár József, Kádár Béla, Simai Mihály vagy Szentés Tamás, akik publikációikkal nemzetközi figyelmet keltettek. A transznacionális társaságok szempontjából úttörőnek tekinthetők Ádám György munkái.

Külön kell beszélnünk a *vámunió-elméletekről*, amelyek a kereskedelemteremtéssel és -eltérítéssel (kereskedelembővüléssel és -összeszűküléssel) az előnyöket és a költségeket a komparatív költségkeltése alapján vizsgálták. Népszerűségüket

nagyban növelte, hogy viszonylag pontos számszerűsítést tesznek lehetővé a piaci integráció előnyeit és hátrányait illetően. Az elemzések nagy előnye, hogy mindenfajta kereskedelem-liberalizálásra kiterjeszthetők. A nagyszámú nem-vámjellegű akadály „vamosításának” (tariffikálásának) már kidolgozott és elfogadott módszerei vannak, ami azt jelenti, hogy az elemzési módszerrel az egységes piac előnyei is bemérhetőek. Sőt hasonló logikával elemezhetjük a monetáris unió kereskedelemteremtő és eltérítő hatásait, legyen szó a tranzakciós költségek és a kockázati prémiumok csökkenéséről vagy a kamatnyereségekről. Valamivel komplexebb feladat az ún. dinamikus hatások elemzése, de hasonlóan jól közelíthetők a piaci megtakarítások és a gazdasági növekedés alakulása.

Az euró tényleges pénzzé válása az európai integráció egyik legfontosabb fejleménye „Az eurózóna több, mint alkotórészeinek egyszerű összege. Ez a gazdaság a saját lábán áll, saját statisztikával és megkülönböztető gazdasági jegyeivel. Az eurózóna egyes tagjai mint releváns makrogazdasági egységek többé már nem léteznek.” (Financial Times. 26 February 1999. The Pink Book. Quarterly Review. European Economy 2.) Az euró bevezetésével alapvetően megváltozott az övezet *külgazdasági nyitottsága*. Az egységes valutával az egymás közötti kereskedelem „belkereskedelemmé” vált.

Felmerül a kérdés, hogy az új helyzetnek megfelelően szükség van-e az elméleti elemzés alapjainak teljes átalakítására. Az integráció gazdaságtanának alapjait eddig a világgazdaságtan és a nemzetközi gazdaságtan, különösen a komparatív előnyök elmélete szolgáltatták. Vagyis az integrációs kapcsolatok *sajátos külső gazdasági kapcsolatok* voltak. Most az EU önálló makroökonómiai egységgé vált.

Először is emlékeztetni kell, hogy az EU-integráció átmenetisége miatt a hagyomá-

nyos nemzetközi gazdaságtani elemzések nem veszítették el relevanciájukat. Az egységes piac és a gazdasági unió sok vonatkozásban még az eurózóna országai között sem valósult meg. A nemzeti piacokhoz hasonló „*belső piaci*” feltételek mellett még számos területen továbbra is *hiányosságokat mutatnak*: nagyok az eltérések a nemzeti adó- és jogrendszerekben, valamint a gazdaságpolitikákban (költségvetés v. struktúrapolitikák).

A költségvetések és politikák túlnyomórészt nemzeti hatáskörben maradtak, s mérete alapján az EU költségvetése csak „egy föderális rendszer embriójának” tekinthető (Ali M. El-Agra utalása, 1990, 290.). A költségvetés a tagországok összesített GDP-je alig több mint 1 %-ának újraelosztásával, még csak félúton van a MacDougall-jelentés „pre-föderális költségvetéséhez” (a GDP 2-2,5 %-a) képest. Ezzel szemben olyan országokban, mint Ausztrália, Kanada vagy az USA, a szövetségi költségvetés kiadásainak aránya a GDP-jük 18-20 %-a körül van. Az EU költségvetésében saját források élvének alkalmazása következtelen (GNI tényező 1988 utáni bevezetésével a saját források elve erőteljesen sérült, s a hozzájárulások az eredeti szándékokkal szemben inkább a tagdíj jellegét öltik). Minden autonóm gazdaságpolitikai szerep szempontjából lényeges korlát, hogy az Unió *nem rendelkezik saját adóhatósági jogkörrel*.

Az EK/EU költségvetése tényleges *makroszabályozó funkciókat* az 1960-as évektől fokozatosan a közös agrárpolitikával kapott. Ez lényegesen különböztette meg más nemzetközi szervezetektől. Az 1977 áprilisában közzétett ún. MacDougall-jelentés szerint *a közösségi költségvetésnek is teljesítenie kell a makrogazdaság-politika fő stabilizációs, alokációs és újraelosztó funkcióit*. Biztosítania kell az árstabilitást, a gazdasági tevékenységek növekedését, a foglalkoztatottságot, s a forrásokkal való hatékony gazdálkodás elősegítését.

A funkciók gyakorlásának a lehetőségét természetesen alapvetően meghatározza a költségvetés mérete, belső szerkezete, a finanszírozás elvei, valamint nem utolsósorban a politikai szándék, hogy a tagországok mennyiben készek a költségvetés pénzügyi autonómiájának a növelésére. Mivel az utóbbi ez ideig nagyrészt hiányzott, a funkciók érdemi bővítése csak lassan és ellentmondásosan haladt. Korlátozottan betölt forrásallokációs és fejlesztő funkciókat (infrastruktúra), miközben a közjavak és közszolgáltatások biztosításában a nemzeti költségvetések megőrizték kizárólagos szerepüket. Nem elhanyagolható ugyan a költségvetés jövedelemújraelosztó szerepe (például a mezőgazdaság javára), ugyanakkor *a kohézió gyengesége* jellemzi.

Egyesek szerint, az EU-költségvetés korlátozott makrostabilizáló és szabályozó szerepe ellenére „a következő okokból volt fontos: A költségvetés számos EU-politikát befolyásol. A tagságnak érezhető nyereségei és veszteségei vannak, még ha ezek mértéke vitatható is. Az EU nettó hozzájárulásainak lényeges hatása volt a kis országok gazdaságára.” (Barnes – Barnes, 1995, 146.)

Mind ezek ellenére aligha kétséges, hogy az integrációgazdaságtan új koncepcionális megközelítése azt jelenti, hogy azt a makroökonomiai elemzés új területeivel kell kiegészíteni. Az utóbbi időben az integráció gazdaságtani kutatásokban és vitákban, főként az euró kapcsán olyan makrogazdaságtani kérdések kerültek előtérbe, mint a kamat- és árfolyam-optimalizáció, a ciklusszinkronizáció, a költségvetési és külső egyensúly, valamint az adósság összefüggései, az optimális infláció és célmeghatározása, az infláció és a munkanélküliség viszonya vagy a makrogazdaságpolitikák koordinációja.

Még egy fontos kiegészítés. Véleményem szerint az új diszciplináris struktúrába be kell vonni az *integrációérettség* (integrációs kapacitások) elemzését.

Az integrációérettségről

Az elmúlt években az integrációérettséggel különböző kutatási programokban (OTKA, EU-bizottsági pályázatok) foglalkoztam, foglalkoztunk. Ezek közül kiemelném az idén lezárult NKFP programot, ahol a kutatás BCE Világgazdasági tanszéke mellett egy konzorcium része volt, s abban Blahó András, Kenygel Ákos, Krasznay Zoltán és Práger László vettek részt.

A regionális integrációkban való felkészülés és részvétel komplexitása alapján, a kutatásaink során arra a következtetésre jutottunk, hogy különbséget kell tennünk:

- *Csatlakozási vagy tagsági kritériumok teljesítése; és*
- *integrációérettség között.*

A csatlakozási vagy tagsági kritériumok, széles értelemben, egy integrációs szervezetben való *részvétel feltételeit és követelményeit* határozzák meg. Ezeket formálisan és hivatalosan is megfogalmazzák. A *csatlakozási* kritériumok szűkebbek, egy konkrét integrációs szervezetre vagy formára vonatkoznak, s szorosan csak a taggá válás feltételeit rögzítik. A csatlakozási kritériumokat előzetesen „kívülről” kell teljesíteni. A nem teljesítésük egyszerűen a felvétel elhalasztásával járhat.

A *tagsági* kritériumok az integrációs övezeten belüli magatartások és cselekvés követelményeiről szólnak, azokat „belülről” teljesítik, s megsértésük esetére szankciókat szabnak (az *acquis communautaire* vagy éppen az egységes piaci szabályok betartásának bírósági kikényszerítése, a Stabilitási Paktum vagy a demokratikus elveknek való megfelelésről az Amsterdami és Nizzai Szerződések 6. és 7. cikkelyei megsértése esetére előírt eljárások).

Az *integrációérettség* az integrációból származó *előnyök kihasználásának képessége*. Az integrációérettséget *a költségek és hasznok mérlegelésével* lehet elemezni. Egy

ország akkor integrációérett, ha a tagság egészében előnyös számára, pontosabban előnyössé tehető számára. Az integrációérettség elemzése nem elsősorban a feltételek és a követelmények teljesítésére koncentrál, hanem sokkal inkább a folyamat következményeire és eredményességére.

Az *integrációérettséget* négy fő dimenzióban *elemezzük*: a gazdasági, a társadalmi, a politikai és az intézményi *aspektusok és kritériumok teljesítése alapján*.

Gazdaságtani közelítésben az integrációérettség következő főbb összetevőit és alapkritériumait foglalmaztuk meg: *„működő piacgazdaság”; versenyképesség; makro-stabilitás és stabilizáció; konvergencia* (szerkezeti és fejlettségi közeledés); *finanszírozhatóság és finanszírozás*.

A kutatás elsősorban a csatlakozási – tagsági – integrációérettség értelmezésére, jellemzőinek, paramétereinek azonosítására és kidolgozására koncentrált. Megkíséreltünk valamennyi területről helyzetképet adni, de a mérésre saját feldolgozás és számítások alapján csak nagyon szűk területen vállalkoztunk. (Palánkai, 2004) Az ilyen számítások elsősorban országgrangsorok kialakítására szolgálnak, amelyek országok értékelését teszik lehetővé, például EU-tagságra való felkészültség vagy a külföldi befektetések szempontjából. Mi inkább a gazdaságpolitikai ajánlások kidolgozására helyeztük a hangsúlyt.

Az utóbbi javaslatok közül végül csak néhányat emelnék ki, olyanokat, amelyeknek részben elméleti jelentőségük van, részben pedig fontos nemzeti érdekeink kapcsolódnak hozzájuk:

1. Szükségesnek tartom egy *hosszú távú, komplex konvergenciaprogram kidolgozását*. A konvergencia folyamatát a Lisszaboni Program kereteiben lenne célszerű elhelyezni.

A 2000 márciusában elfogadott *Lisszaboni Program* több eltérő és esetenként egymásnak ellentmondó célt fogalmazott meg:

- A tudásalapú társadalom megteremtése,

- dinamikus és a globális piacokon versenyképes gazdaság kialakítása,
- a gazdasági fejlődés fenntarthatósága (környezet) és a szociális integráció (teljes foglalkoztatottság és a szociális gondoskodás) európai modelljének kialakítása.

A viták ellenére az a véleményem, hogy ezek között nem lehetetlen a kompromisszumok elérése, de azok csak tudatos stratégiával, politikával és átfogó strukturális reformokkal biztosíthatók. A féldeci elemzések bizonyítják, hogy erre nagy szükség lenne.

A lisszaboni célok közül Európa elsősorban a tudáslapú társadalom kialakításában van hátrányban az Egyesült Államokkal szemben. Még nagyobbak a különbségek Európán belül, különösen a fejlett és a kevésbé fejlett tagok között. Magyarország sajnos a huszonötök lisszaboni teljesítménylistáján ilyen vonatkozásokban sereghajtó. Helyesen tartom, hogy a Nemzeti Fejlesztési Terv a kérdésnek igyekszik prioritást adni.

A konvergencia feltételezi a gazdaság hosszú távú dinamizmusát és a gazdasági növekedés fenntarthatóságát. A magyar gazdaság gyakorlatilag két évtizedes stagnálás után az 1995-ös stabilizáció és azt követő erős külföldi beruházási tevékenység eredményeként 1997-et követően a fenntartható növekedés pályájára állt. Néhány év után, külső és belső tényezők következtében erről lesodródni látszik. Határozott gazdaságpolitikára van szükség, hogy visszatérjünk a fenntarthatósághoz és a tartós felzárkózáshoz.

A versenyképességet az *integrációérettség fontos indikátorának* (talán az egyik legfontosabbnak) tekintjük. A tagországok az integráció előnyeit nem tudják kihasználni, ha nem rendelkeznek a piaci versenyben helytállni képes vállalati struktúrával, s az ezzel összhangban lévő makrogazdasági keretekkel. Ez jelenthet termékeket, s jelenthet a költség- és minőségi versenyben való helytállást, valamint az ezt alátámasztó politikákat.

Általános az egyetértés hogy a *versenyképességet komplexen szükséges elemezni*. Véleményünk szerint a *makro- és mikroközelítés* egyaránt releváns, de azt hangsúlyozni kell, hogy azok *eltérő minőségek*. Nem egyszerűen arról van szó, hogy a termelői-vállalati versenyképességek összeadódnak nemzeti vagy nemzetközi szinten, hanem azoknak önálló tényezői és hatásmechanizmusai vannak. Az országok nemcsak *termelési, technikai, gazdálkodási struktúráikkal* (termékek, technológiák, újítások, vállalati gazdálkodás), vagy éppen infrastruktúrájuk fejlettségével versenyeznek egymással, hanem *társadalmi, gazdasági és intézményi rendszereikkel* is. S adott helyzetben az utóbbiak lehetnek fontosabbak, s lehetnek széles hatással a gazdaság teljesítményére és hatékonyságára. Jól tudjuk, hogy az EU a termelési-technológiai versenyképességét illetően nincs nagyobb hátrányban globális versenytársaival szemben, különösen a feldolgozóiparban. „Strukturális problémái” leginkább *társadalmi-intézményi tényezőkkel függnének* össze. A versenyképesség releváns kérdés egy ország vagy országcsoport globális és regionális integrációja szempontjából egyaránt (USA–EU–Japán).

A skandináv országok példája azt mutatja, hogy a szkeptikus véleményekkel szemben a globális versenyképesség nem összeegyeztethetetlen a környezeti és szociális tudatossággal, valamint politikákkal. Ehhez több feltétel teljesülése is szükséges. Az ilyen politikák alapját a termelékenység magas szintje és viszonylag gyors növekedése képezi. Másrészt nem kerülhetők el az érdemi strukturális reformok, s különösen a jóléti rendszerek hatékony, költségtakarékos és ésszerű működtetésére van szükség. S mindennek feltétele, hogy jól működnek a társadalmi egyeztetés és konszenzus mechanizmusai.

Viták folynak az „európai fejlődési modell” relevanciájáról és nemzetközi érvényességéről. A következő évek bizonyíthatják,

mennyiben leszünk képesek megvalósítására, s az, mennyiben szolgálhat „modellül” a globális integráció vagy más régiók fejlődése és kormányzása számára.

2. Szükség van a *gazdaságpolitikai koordinációk kereteinek és hatékony módszereinek* kidolgozására, valamint a nemzeti gazdaságpolitikával szembeni követelmények meghatározására. Jó vagy rossz gazdaságpolitikával az integrációs folyamatok és hatások nagymértékben befolyásolhatók.

A gazdaságpolitikai koordinációk szempontjából kiemelt szerepük van az *Átfogó gazdaságpolitikai irányvonalak* (*Broad Economic Policy Guidelines*), valamint a Stabilitási és Növekedési Paktum előírásai teljesítésének. Az egyik fő vitakérdés, hogy a kritériumok (főként Maastricht vagy a Stabilitási Paktum), mennyiben felelnek meg eredeti céljuknak, s különösen a csatlakozó országok feltételeinek.

Merev és deflációs veszélyeket hordoz az Európai Központi Bank által meghatározott 2 %-os inflációs plafon, s különösen nem felel meg az új csatlakozók feltételeinek. A néhány százalékkal nagyobb inflációnk mindaddig nem okoz problémát, amíg a többletinfláció mögött többlet-termelékenységnövekedés van, vagyis az megmarad egyensúlyi inflációnak. Az egyensúlyi infláció nem veszélyezteti a versenyképességünket, és az Unió stabilitását. A felzárkózó országok esetében, tekintettel az árkonvergenciára, ezt az inflációs többletet még az Európai Központi Bank is elismeri „normálisnak”.

A költségvetési korlátok a kibővülés leg súlyosabb nehézségét képezik mindkét oldalon. A Stabilitási Paktumban az eredetileg elvárt kiegyensúlyozott költségvetés az új tagországok számára irreleváns felzárkózási növekedés lenne az EU-követelmények teljesítése (infrastruktúra és környezetvédelem hatalmas forrásigénye) és a forrásbevonás maximálása (társfinanszírozási követelmények) mellett.

Valamennyi ország, így Magyarország is stabil, inflációmentes euróban érdekelt. A pénzügyi stabilitás fenntarthatósága nem lehetséges kellő pénzügyi szigor nélkül. A pénzügyi szigor ugyanakkor önmagában nem elégséges. A pénzügyi stabilitás fenntarthatóságához szükség van kiegyensúlyozott, dinamikus és fenntartható gazdasági növekedésre, ami viszont társadalmi stabilitást feltételez. A Növekedési és Stabilitási Paktum változtatása csak akkor felel meg ennek a követelménynek, ha alkalmazása során sikerül alkalmazkodnia az egyes országokban rendkívül eltérő feltételekhez. A rendszer „finomítása” érdekében véleményünk szerint kialakítható lenne egy olyan *stabilitási vagy stabilizációs mutatórendszer*, amelyet *előrejelzésre* (early warning system) is lehetne használni, így a javasolt intézkedéseket időben meg lehetne tenni.

A jövőben nagyobb integrációs igazodásra van szükség. Különösen a monetáris integráció gondosan kidolgozott és finoman összehangolt gazdaságpolitikai keveréket (policy mix) feltételez. Véleményem szerint, bár nem könnyű, de kialakítható a gazdaságpolitikák olyan struktúrája, ami megfelel az EU-várakozásoknak, biztosítja a gazdaság kiegyensúlyozott, gyors növekedését, miközben a pénzügyi stabilitás és a szociális kohézió elvei is érvényesülnek.

A „kormányzás” különböző szintjei szorosan összekapcsolódnak az integrációval. Nemcsak a piacok nyílnak egymásba, hanem jogi és közigazgatási rendszerek is összekapcsolódnak. Vagyis az integráció kétirányú folyamat, egyrészt a tagország integrálódik az Unióba, másrészt pedig az adott gazdaság és társadalom magába fogadja az európai uniós rendszereket. A *nemzeti struktúrák „európaizálódása”* (Europaization) olyan stratégiai feladat, amelyre átfogó programot kell kidolgozni.

A gazdaságpolitika sikere feltételezi a társadalom széleskörű politikai egyetértését és támogatását. Ez különösen fontos az euró

bevezetésével kapcsolatosan. Bizonyos fajta *társadalmi szerződésre* lenne szükség (Ob-
láth Gábor javaslata). A politikai erők felelős-
sége megnövekszik. Felelőtlen ígérgetés,
populista politizálás nem engedhető meg.

Magyarország teljesítette a csatlakozási
kritériumokat, s képes arra, hogy megfelel-
jen a tagsággal kapcsolatos elvárásoknak.
Integrációérettségéről viszont annak függ-
vényében tesz tanúságot, hogy a következő
években a vállalatoktól egészen az egyéne-

kig a potenciális előnyöket hogyan képes
kihasználni. Olyan integráció gazdaságtanára
és kutatásokra van szükség, amely ezekhez
megbízható támpontokat képes nyújtani.

Kulcsszavak: *európai egyesülés, integráció-
gazdaságtan, integrációelméletek, európai
tanulmányok, föderalizmus, funkcionaliz-
mus, kormányköziség, szubregionális
integráció Közép-Európában, kibővülések,
integrációérettség*

IRODALOM

- Ausch Sándor (1969): *A KGST együttműködés helyzete, mechanizmusa, távollatai*. Közgazdasági és Jogi, Budapest
- Balassa, Béla (1961): *The Theory of Economic Integration*. Irwin, Homewood, IL., USA
- Bames, Ian – Bames, Pamela M. (1995): *The Enlarged European Union*. Longman, London
- Bellamy, Richard – Castiglione, Dario (1999): *Democracy, Sovereignty and the Constitution of the European Union: The Republican Alternative to Liberalism*. EurCit Working Papers, no/1.
- Bull, Hedley (1995): *The Anarchical Society. A Study of Order in World Politics*. 2nd ed. Macmillan, London
- Chrysochoou, Dimitris N. (2001): *Theorizing European Integration*. SAGE Publications, London
- El-Agraa, Ali M. (2004): *The European Union* (Economics and Politics) 7th ed. Prentice-Hall
- European Commission (2001): *European Governance. A White Paper*. Brussels. 25 July 2001.
- Forsyth, Murray (1981): *Union of States. The Theory and Practice of Confederation*. Leicester University Press, Leicester
- Forsyth, Murray (1996): Political Theory of Federalism: The Relevance of Classical Approaches. In: Hesse, Joachim Jens – Wright, Vincent (eds.): *Federalizing Europe? The Costs, Benefits, and Preconditions of Federal Political Systems*. Oxford University Press USA
- Habermas, Jürgen (1995): Does Europe Need a Constitution? *European Law Journal*. 1, 3,
- Hooghe, Liesbet (1995): Subnational Mobilisation in the European Union. In: Hayward, Jack (ed): *The Crisis of Representation in Europe*. Frank Cass, London
- Hooghe, Liesbet – Marks, Gary (2001): *Types of Multi-level Governance*. *European Integration Online Paper* 5
- Huntington, Samuel P. (1998): *A civilizációk összecsapása és a világrend átalakulása*. Európa, Budapest
- Kant, Immanuel [1795] (1918): *Az örök béke*. Babits Mihály fordítása. Budapest
- MacDaughall Report (1977): *Report of the Study Group on the Role of Public Finance in European Integration*. Commission of the European Communities. Vol. II. Brussels.
- Miszlivetz Ferenc (2004): *Az európai konstrukció*. MTA doktori értekezés.
- Moravcsik, Andrew (1993): Preferences and Power in the European Community: A Liberal Intergovernmentalist Approach. *Journal of Common Market Studies*, 31, 4.
- Moravcsik, A. (1995): Liberal Intergovernmentalism and Integration: A Rejoinder. *Journal of Common Market Studies*, 33, 4.
- Palánkai Tibor (2004): *Az európai integráció gazdaságtana*. Aula, Budapest
- Puchala, Donald J. (1972): Of Blind Man, Elephants and Integration. *Journal of Common Market Studies*. 10.
- Puchala, Donald J. (1984): The Integration Theorists and the Study of International Relations. In: Kegley, Charles – Wittkopf, Eugene R. (eds.): *The Global Agenda: Issues and Perspectives*. Random House, New York
- Rosamond, Ben (2000): *Theories of European Integration*. London: Macmillan
- Spinelli, Altiero (1972): The Growth of the European Movement since the Second World War. In: Hodges, Michael (ed.): *European Integration*. Penguin, Harmondsworth
- Taylor P. (1993): *International Organization in the Modern World: Regional and the Global Process*. Pinter, London
- Viner, Jacob (1950): *The Customs Union Issue*. Carnegie Endowment for International Peace, New York
- Wallace, Helen (2000): The Institutional Setting. In: Wallace, Helen – Wallace, W. – Pollack, M. A. (eds.): *Policy-Making in the European Union*. 4th ed.: Oxford University Press, Oxford
- Wessels, Wolfgang (1997): *The Amsterdam Treaty in View of Fusion Theory, Paper Presented to the British International Studies Association*. University of Leeds, 15-17 December 1997.

EINSTEIN HATÁSA A HUSZADIK SZÁZAD FIZIKÁJÁRA

Nagy Károly

az MTA rendes tagja, professor emeritus
ELTE TTK, Elméleti Fizikai Tanszék – gluon@freemail.hu

Az ENSZ közgyűlése a 2005. évet az UNESCO javaslatára a Fizika Évének nyilvánította. Az év kijelölésénél az játszott szerepet, hogy száz évvel ezelőtt, 1905-ben Albert Einstein öt olyan tudományos közleményt jelentetett meg az *Annalen der Physik* szakfolyóiratban, amelyek jelentős mértékben befolyásolták a huszadik század fizikáját és ezáltal az anyagi világról alkotott képünket. Ezek közül egyik tanulmány a speciális relativitás elméletét tartalmazza, a másik pedig az elektromágneses sugárzás energiájának és impulzusának a kvantumosságát, vagyis részecske jellegét vezeti be. A tudományos közösség mindenütt a világon – így hazánkban is – megemlékezik Einsteinról és ezekről a száz év előtti tudományos dolgozatokról. A Magyar Tudományos Akadémia idei rendes évi közgyűlésén Horváth Zsolt akadémikus tartott ünnepi előadást, amelyben Einstein életét, az említett 1905-ös tanulmányokat és azok jelentőségét ismertette. A következőkben ehhez kapcsolódva azt próbálom érzékeltetni, hogy Einstein munkássága mily nagy mértékben határozta meg a fizika máig ható fejlődését. A megemlékezést a már említett centenáriumi eseményeken kívül az is motiválja, hogy áprilisban volt ötven éve, hogy Einstein eltávozott az élők sorából. Tudományos munkássága éppen fél évszázadot fog át, de századokra meghatározta a fizika alakulását.

A 19. század vége felé úgy tűnt, hogy a fizika nagy kérdéseire a tudomány megnyugtató választ adott. A testek mozgását az

Isaac Newton által megalapozott, ún. klasszikus mechanika a megfigyelésekkel egybehangzóan írta le. Példaként lehet említeni, hogy az általános tömegvonzás ugyancsak tőle származó erőtvényének alapján a mozgástörvények matematikai egyenleteiből bámulatos eleganciával lehetett a bolygók mozgását elméletileg tárgyalni. Két-három soros levezetéssel kiadódnak a csillagászati megfigyelésekből korábban már ismert Kepler-törvények, és az is, hogy ezek érvényességi határa meddig terjed. A harmadik Kepler-törvény ugyanis pontosításra szorul. Az elmélet tökéletes kimunkálásában a korszak legkiválóbb matematikusai is részt vettek. A mintegy kétszáz évig egyeduralmú mechanika mellé a 19. század közepén felsorakozott az elektromos és a mágneses jelenségeket, valamint az optikát egységes keretbe foglaló *Maxwell*-féle elektrodinamika, amely igen széles jelenségkört bámulatos pontossággal ír le a tapasztalattal megegyezően. Ismerték már az energia megmaradásának általános tételét, valamint a hőtán első két főtételét, amelyek a termodinamikai folyamatok fenomenológiai leírását tették lehetővé. A fizikai megismerésnek *Galileo Galileivel* és *Newtonnal* kezdődött csodálatos folyamata kiépítette az ún. *klasszikus fizikát*, amelyről úgy tűnt, hogy az élettelen természet jelenségeit nemcsak leírni tudja, de megmagyarázni is képes. A fizika gránitalapokon álló épülete a befejezett mű jellegét mutatta. Ez az egész így együtt olyan csodá-

latos volt, hogy szinte elbűvölte a természet törvényszerűségei iránt fogékony embereket. *Lord Kelvin* ezt úgy jellemezte, hogy „csak néhány felhőcske árnyékolja be a fizika tiszta kék eget”. A korral foglalkozó fizikai előadásokban gyakran emlegetjük *Philipp von Jolly* német fizikaprofesszort, aki a hozzá tanácsért forduló fiatal *Max Planck*nak azt mondta, hogy a fizikában már nem sok kutatható akad, nem érdemes erre adnia a fejét. A teljesség érzetét nem nagyon zavarta a *Ludwig Boltzmann* által következetesen vallott atomhipotézis sem, hiszen az arra épített kinetikus gázelmélet, majd statisztikus mechanika reprodukálta a fenomenológiai hőtán eredményeit. Volt még néhány jelenség ugyan, amelyek értelmezése hiányzott a klasszikus fizika épületének a teljes befejezéséhez, de abban senki nem kételkedett, hogy ezek hamar megoldódnak, és megerősítik az elmélet megingathatatlannak tűnő teljességét.

A klasszikus fizika megoldatlan problémái

Mik voltak ezek a klasszikus fizika csillogását beárnyékoló felhőcskék? Csak a leglényegesebbeket említve, ilyen volt például a fényelektromos jelenség, a gázatomok vonalas spektréje, a szilárd anyagok fajhőjének csökkenése a hőmérsékleti zérusponthoz közeledve. A legnagyobb tudományos érdeklődést azonban a hőmérsékleti sugárzás energiasűrűségének a rezgésszámtól és a hőmérséklettől való függése váltotta ki. Ez a tapasztalat szerint ellentétben állt a Maxwell-elmélet és a termodinamika alapján számított eloszlással. A kis rezgésszámokra elég jó volt az egyezés, de a nagyobb rezgésszámok tartományában az eltérés igen nagy. A mérések azt mutatták, hogy az energiasűrűség csökken a rezgésszám növekedésével, és zérushoz tart, ha a rezgésszámot a végtelenig növeljük. Ezzel szemben az elmélet szerint az energiasűrűségnek a rezgésszám négyzetével arányosan kellene nőnie.

A másik megoldatlan probléma az ún. *fényelektromos jelenség* volt. Képzeljünk el egy légritkított üvegcsővet, amelynek két végébe egy-egy fémlemezt, ún. katódot és anódot rögzítünk, és azokat a csövön kívül árammérő közbeiktatásával áramforrás sarkaira kötjük. Mivel a légritkított cső nem vezeti az elektromos áramot, az árammérő semmit nem mutat. Ha viszont a katódot fénnel világítjuk meg, áram indul meg az áramkörben. Ennek erőssége arányos lesz a megvilágító fény intenzitásával, de független annak rezgésszámától. Másrészt, a katód anyagára jellemző bizonyos rezgésszám fölé az áram megindul, bármilyen gyenge is a beeső fény intenzitása. E határrezgésszám alatt pedig akkor sem kapunk áramot, ha a fény intenzitását növeljük. A Maxwell-féle fényelmélet nem tudott magyarázatot adni a megfigyelt jelenségre, mert eszerint az áramnak csak hosszabb idő elteltével kellene megindulnia, továbbá az is érthetetlen volt, hogy a határrezgésszám alatt miért nem folyik áram, ha a fény intenzitását növeljük.

Még egy jellegzetes példát említek, amelyet szintén nem sikerült a klasszikus fizika törvényei alapján értelmezni, és a megmagyarázásában Einsteinnek volt meghatározó szerepe. A szilárd anyagok fajhőjének a hőmérséklettől való függéséről van szó. A hőtán harmadik főtételéből következik, hogy a szilárd testek fajhőjének zérushoz kell tartania, ha a hőmérsékletet az abszolút zérusponthoz közelítjük, de hogy milyen ez a hőmérséklettől való függés, arról a fenomenológiai hőtán semmit sem tudott mondani. Az atomhipotézisre alapozott statisztikus mechanika – amely egyébként szép eredményeket ért el a termodinamika mikrofizikai értelmezésében – a szilárd anyagok fajhőjére a hőmérséklettől független állandó értéket ad.

Az említett problémák nem tűntek olyan súlyosaknak, hogy bárki is arra gondolt volna, hogy ezekkel a klasszikus fizika nem tud megbirkózni. Később azonban kiderült, hogy ezek

a fizika huszadik századi forradalmának csíráit rejtik magukban.

Volt azonban a fizikának még az említet-
teknél is alapvetőbb problémája, amely
Newton óta foglalkoztatta ugyan a nagy
gondolkodókat, de a megismerés folyamatát
háromszáz éven keresztül nem befolyásolta
különösebben. Ez az elvi kérdés a *vonatkoz-
tatási rendszerekkel* van kapcsolatban. A
fizikában a jelenségek jellemzésére olyan
fogalmakat használunk, amelyek mérhető
mennyiségekkel adhatók meg. Ezekről a
kezdetben egymástól független fogalmak-
ról a részletesebb vizsgálódás során kiderül,
hogy egyesek kapcsolatban vannak egymás-
sal. Ezeket a kapcsolatokat nevezzük a
fizikában *törvényeknek*. Megfogalmazásuk
matematikai egyenletek alakjában történik.
Mivel a jelenségek térben és időben ját-
szódnak le, ezek a mennyiségek a tér pont-
jainak koordinátáitól és az időtől függnék.
Egyértelmű megállapításokat csak akkor
tehetünk, ha megmondjuk, hogy a koordiná-
tákat mihez viszonyítjuk. Másként kifejezve,
megadjuk azt a vonatkoztatási rendszert,
amelyben ezeket a koordinátákat mérjük.
Például, megmérjük a teremben egy pontnak
a három faltól mért merőleges távolságát. Ez
a három adat egyértelműen meghatározza
a pont helyét a teremben. A vonatkoztatási
rendszer problémája már az alaptörvények
megfogalmazásánál jelentkezik. Newton
szerint létezik egy kitüntetett vonatkoztatási
rendszer, és ebben érvényesek a mechanika
mozgástörvényei. Ezt a rendszert ő *abszolút
koordináta-rendszernek* nevezte el. Úgy is
lehet fogalmazni, hogy az abszolút térben
lehgorgonyzott koordinátarendszerben érvé-
nyesek ezek a mozgásegyenletek. Könnyen
be lehet látni azonban, hogy a mechanikai
jelenségek ehhez a kitüntetettnek gondolt
rendszerhez képest egyenes vonalú, egyen-
letes mozgást végző bármely vonatkoztatási
rendszerben ugyanúgy játszódnak le. Ennél-
fogva az abszolút koordináta-rendszer fikció,

hiszen semmi sem tünteti ki a végtelen sok
lehetséges rendszer közül. Ezt a tényt először
Galilei ismerte fel, ezért az irodalom *Galilei-
féle relativitási elvnek* nevezi.

Az elektromágnesség Maxwell-elméle-
tének megalkotása után, a 19. század köze-
pén úgy látszott, hogy optikai kísérlettel
meghatározható az abszolút vonatkoztatási
rendszer. Kezdetben ugyanis úgy gondolták,
hogy az elektromágneses hullámok terjedé-
séhez – a hanghullámokhoz hasonlóan
– valamilyen közvetítő közegre van szükség.
Ehhez adva volt a fénytánban már koráb-
ban *Augustin-Jean Fresnel* által bevezetett,
ún. *világéter*, amelyről azt gondolták, hogy
a világmindenséget kitöltő finom anyag,
amelynek rezgési állapota terjed tova az
elektromágneses hullámban. A feltételezett
éter alapja lehet a Newton-féle abszolút vo-
natkoztatási rendszernek, ugyanis abszolút-
nak azt a rendszert tekintették, amelyben az
éter nyugszik. E felfogás szerint az elektro-
dinamika alapegyenletei (a Maxwell-egyen-
letek) és a mechanika mozgástörvényei erre,
az éterhez rögzített rendszerre vonatkoznak.
Ebben az elektromágneses hullám izotrop
módon terjed, minden irányban ugyanakko-
ra sebességgel. A hozzá képest egyenes vo-
nalú, egyenletes mozgást végző másik rend-
szerben már más a hullám sebessége, és a
hullámterjedés nem is izotrop. Az éterhipoté-
zissel tehát megvalósulni látszott az abszolút
rendszer kitüntetettsége, mert csak ebben
izotrop a hullámterjedés. Mivel az elméleti
következtetések igazságtartalmát a tapasztalat
dönti el, itt is ehhez fordultak. Maga
James Clerk Maxwell javasolta az *Albert
Michelson* által elvégzett optikai kísérletet,
amely hivatott volt dönteni az éterhipotézis
realitásáról. A részletektől eltekintve, csak
megemlítjük, hogy a fényterjedés az éterhez
képest mozgó vonatkoztatási rendszerben is
izotropnak adódott. A kísérlet negatív ered-
ményét *Hendrik Lorentz* azzal magyarázta,
hogy az éterben mozgó interferométer karja

a mozgás irányában megrövidül, és ezért lesz a mozgó rendszerben is izotrop a fényterjedés. Jellemző a kor világszemléletére, hogy a fizikus generációk tudatában olyan mélyen gyökerezett az abszolút vonatkoztatási rendszerbe vetett hit, hogy amikor a tapasztalat ezt nem erősítette meg, *ad hoc* feltevésekkel próbálták kiküszöbölni az elmélet és a tapasztalat között mutatkozó ellentéteket.

A kvantumhipotézis

Az említett problémák végső soron a klasszikus fizika teljesítőképességének határát jelezték, de egyáltalán nem vetettek ányékot annak csodálatos építményére. Azt mutatták inkább, hogy az a régi fogalomrendszeren belül nem tökéletesíthető tovább, *zárt elmélet* a maga teljességében.

Az új fizika felé vezető úton az első lépést Max Planck tette meg, amikor a hőmérsékleti sugárzás energiaeloszlásának problémáját a *kvantumhipotézis* bevezetésével oldotta meg. Mi e hipotézis lényege? Planck egy teljesen tükröző falakkal ellátott üregben kialakult elektromágneses sugárzás egyensúlyi állapotát tanulmányozta. Az egyensúlyi állapothoz szükséges, hogy legyen az üregben egy test, amely a sugárzás forrása, és időegység alatt átlagosan annyi energiát sugároz ki az üregbe, mint amennyit elnyel. Azt már *Gustav Kirchhoff* bebizonyította, hogy az egyensúlyi állapot független attól, hogy milyen test bocsátja ki és nyeli el a sugárzást. Planck ezt felhasználva olyan testet választott, amelyre a számítás könnyen elvégezhető. Ilyennek találta a lineáris oszcillátort. Ez egy *mtömegű*, harmonikus rezgő mozgást végző tömegpont. A klasszikus fizika szerint az oszcillátor energiáját a rezgő tömegpont kitérése és sebessége határozza meg. Ezek az időben folytonosan változó mennyiségek. *A tapasztalattal megegyező eredményre azonban csak akkor jutunk, ha elvetjük azt a több évszázados felfogást, hogy az energia folytonosan változó mennyiség.* Planck saját ötleteként

próbálkozott meg azzal a feltevéssel, hogy az oszcillátor energiája nem folytonos, hanem elemi kvantumnak egész számú többszöröse. Az energiakvantum nagyságát arányosnak vette az oszcillátor rezgésszámával. Az arányossági tényezőt *h*-val jelölte, és *hatáskvantumnak* nevezte, mivel hatás dimenziójú mennyiség. Értékét úgy választotta meg, hogy az elméleti eloszlás megegyezzen a tapasztalattal. Ez a feltevés lett a kiindulópontja a huszadik század egyik leghatásosabb fizikai elméletének, a *kvantummechanikának*. Planck a klasszikus fizika fogalomrendszerén nevelkedett nagy tudású fizikus volt. Szemléletét ez alakította ki, ezért az energia folytonosságáról sokáig nem tudott lemondani. Az oszcillátorra tett kvantumos feltevést évekig munkahipotézisnek tekintette, és meg volt győződve arról, hogy a valóságos folyamatokban az energia kibocsátása és elnyelése folytonosan megy végbe.

Ekkor lépett a fizika színpadára a berni Szabadalmi Hivatal egyik tisztviselője, akinek az említett problémák mindegyikéhez volt mondanivalója. Amit mondott, az olyan hatással volt a fizika fejlődésére és a tudományos gondolkodásra, hogy ahhoz mérhető talán csak *Werner Heisenberggel* kapcsolatban ismer a huszadik század. Ez az addig ismeretlen személy *Albert Einstein* volt, aki a zürichi egyetemen végzett tanulmányai alatt egyáltalán nem vonta magára tudásával tanárai figyelmét. Ezért aztán az egyetem elvégzése után nem kínáltak fel számára egyetemi tanársegédi állást, ami akkor egyetlen módja volt a tudományos pályán való elindulásnak. Egyetemi tanulmányait 1900-ban fejezte be. Éppen akkor, amikor Planck a kvantumhipotézissel megdöbbentette a tudományos világot. Einstein kétévi házitanítószkodás után a berni Szabadalmi Hivatalban kapott tisztviselői állást. Az egyetemi intézetek inspiráló légkörétől távol, csendes magányában gondolkodott a bevezetőben említett problémákon, és 1905-ben a már említett öt

tanulmány közül három is robbanásszerűen hatott a fizikával foglalkozók körében. Ezek a dolgozatok a fény kvantumoztatásával, a Brown-mozgással és a speciális relativitás elméletével foglalkoztak.

A sugárzás kvantumelmélete

A kvantumhipotézis fizikai jelentőségét, vagyis hogy a sugárzás energiája kvantumos szerkezetű, Einstein ismerte fel. Ennek alapján sikerült a tapasztalattal megegyezően megmagyaráznia a már említett fényelektromos jelenséget. A magyarázat igen egyszerű és szemléletes. A fény energiája $h\nu$ energiakvantumok összességéből áll. (Itt h a hatáskvantum, mai nevén a Planck-állandó, ν pedig a fény rezgésszáma.) A fém felületén levő atom a ráeső fényből elnyel egy energiakvantumot, ezáltal egyik elektronja akkora energiát vesz fel, hogy kiszakad az atom kötelékéből. A fémre eső fénykvantum $h\nu$ energiája fedezi a kilépéshez szükséges munkát és az elektron mozgási energiáját. Einstein a fényelektromos jelenség elméleti magyarázatáért kapta meg 1921-ben a fizikai Nobel-díjat.

Einstein a fényenergia kvantumos szerkezetének kijelentése mellett a kvantumos sajátágot annak impulzusára is kiterjesztette, miszerint a sugárzás impulzusa is kvantált, és pedig $h\nu/c$ nagyságú impulzuskvantumok összességéből áll. A sugárzás energia- és impulzuskvantumait *fotonoknak* nevezzük. A fotonnak tehát – Einstein nyomán – $h\nu$ energiája és $h\nu/c$ impulzusa van. Az elektromágneses sugárzásnak ilyen értelemben részecskejellege is van. A fény kibocsátásakor és elnyelésékor ez a részecskejelleg érvényesül, mert az energia $h\nu$ adagokban emittálódik és abszorbeálódik. Másrészt az interferenciánál és elhajlásnál a hullámtermészet nyilvánul meg. Ezt az egymást kiegészítő, másként kifejezve, *komplementers* sajátágot nevezi a fizikai szakirodalom a fény kettős természetének.

A sugárzás részecsketulajdonságainak meggyőző kísérleti bizonyítéka az *Arthur H. Compton* által 1923-ban elvégzett szórási kísérlet. A Compton-szórásról van szó, hogy elektromágneses sugárzás, például röntgensugár szóródik könnyű elemekből álló anyagon, és közben megváltozik a szórt sugárzás rezgésszáma a beesőéhez képest. Ugyanakkor a könnyű elemből elektronok repülnek ki. A jelenség egyszerűen és szemléletesen értelmezhető és magyarázható a sugárzás részecskejellege alapján. A beeső foton (mint részecske) az atom elektronjával ütközik, ekkor energiájának egy részét átadja az elektronnak. Nagy rezgésszámú sugárzás esetén az elektron kötési energiája elhanyagolható a foton energiája mellett, és így a jelenség úgy fogható fel, mintha a foton szabad elektronon szóródna. Az energia- és impulzustételből kiszámítható a sugárzás rezgésszámának megváltozása, amely jól egyezik a kísérleti eredményekkel. Az Einstein-féle fotonhipotézis a múlt század húszas éveinek vége felé kidolgozott kvantumelektrodinamika keretein belül elméleti és számtalan kísérleti megerősítést nyert.

Tudománytörténeti érdekességgént megemlítem, hogy amikor 1913-ban Max Planck, *Walter Nernst*, *Heinrich Rubens* és *Emil Warburg* Einsteint a Porosz Tudományos Akadémia tagjainak sorába ajánlották, a munkásságát méltató sorok mellett az is szerepelt, hogy „spekulációiban néha szeret túllőni a célon, mint például a fénykvantumhipotézisében, ezt azonban nem szabad a terhére felróni”. Ez szépen mutatja, hogy az energia kvantumos voltát feltételező kvantumhipotézist nehezen fogadták el a kor vezető fizikusai. Maga Planck is csak jó pár évvel később, Einstein munkájának nyomán ismerte fel feltevésének forradalmi jelentőségét, és hogy az nem csupán munkahipotézis, hanem abban a természet egyik igen jelentős fizikai sajátága mutatkozik meg.

Az elektromágneses sugárzással Einstein később is igen behatóan foglalkozott. Az a kérdés izgatta, hogy milyen e sugárzás valódi mechanizmusa. A sugárforrásként szolgáló oszcillátor energiája kvantált, vagyis a $h\nu$ energiakvantum egész számú többszörösét veszi fel. A két szomszédos energiaszint különbsége tehát $h\nu$. Gondoljuk el, hogy N_1 számú oszcillátor van az E_1 és N_2 számú az E_2 energiájú állapotban. Tegyük fel, hogy $E_1 > E_2$. Elvben valamennyi oszcillátor átmehet az alacsonyabb energiájú állapotba $h\nu$ energiájú foton kibocsátásával. A valóságban nem ez következik be, hanem adott idő alatt az oszcillátoroknak csak egy bizonyos része vesz részt az átmenetben. Ezért Einstein a jelenség magyarázatához bevezette az *átmeneti valószínűség* fogalmát, amely megadja azoknak az oszcillátoroknak a hányadát, amelyek időegység alatt az alacsonyabb energiájú állapotba mennek át. Az átmenetben részt vevő oszcillátorok száma az átmeneti valószínűségnek és a kezdeti állapotban levők N_1 számának a szorzatával lesz egyenlő. A sugárzás hatására az alacsonyabb energiájú oszcillátorok egy része foton elnyelésével magasabb energiájú állapotra gerjesztődik. Ebben a fordított folyamatban részt vevő oszcillátorok száma arányos N_2 -vel, a sugárzás energiasűrűségével és az átmenet valószínűségével. Első pillanatra azt gondolnánk, hogy az egyensúly feltétele e két szám egyenlősége. Ez azonban nem vezet a Planck-törvényre. Einstein felismerte, hogy egy harmadik folyamat is van, nevezetesen a sugárzás hatására bekövetkező, ún. *indukált emisszió*. Az egyensúly feltétele tehát az, hogy e kétfajta emisszióban időegység alatt átlagosan részt vevő oszcillátorok száma egyezzen meg az abszorpcióban részt vevők számával. Ez a feltétel igen egyszerűen vezet a Planck-féle sugárzási törvényhez, ha feltesszük, hogy az indukált emisszió és indukált abszorpció átmeneti valószínűségei megegyeznek egymással, másrészt, ha az

N_1 és N_2 számokat a *Boltzmann-statisztika* alapján számítjuk. A Planck-törvénynek ez a levezetése egyrészt a legegyszerűbb, másrészt fizikai tartalmát tekintve a leggazdagabb. Nem hagyhatom említés nélkül, hogy az indukált emisszió jelensége képezi a mára oly széles körben igen hatásosan alkalmazott *lézerek* fizikai alapját.

Az átmeneti valószínűség fogalmának bevezetésével Einstein a sugárzás mechanizmusának leglényegesebb kvantumfizikai törvényszerűségét ismerte fel. A később kidolgozott kvantummechanika és az erőterek kvantumelmélete ma is e fogalom felhasználásával írja le a kvantumállapotok közötti átmeneteket. A kvantummechanika állapotfüggvényének *Max Born*tól származó értelmezése is a valószínűség fogalmán alapszik. Megfejtetlen rejtélye a fizikátörténetnek, hogy Einstein, aki először vezette be a valószínűség fogalmát a kvantumelméletbe, annak statisztikus értelmezésével élete végéig nem tudott egyetérteni. Fizikus körökben közismert a mondása, miszerint nem hiszi, hogy az Úristen kockajátékos lett volna, amikor a világot teremtette. A szakemberek számára igazi intellektuális élmény olvasni azokat a vitákat, amelyek Einstein és a kvantummechanika ún. koppenhágai értelmezésének megalkotói, különösen *Niels Bohr* és fiatal tanítványai (*Heisenberg* és *Wolfgang Pauli*) között folytak a múlt század húszas éveiben. E viták központi személyisége Einstein volt. Sorra találta ki azokat a gondolat kísérleteket, amelyekkel próbálta megcáfolni a koppenhágai értelmezést. A tapasztalat nem őt igazolta.

A közelmúlt egyik fizikai aktualitása indokolja, hogy megemlítssem az indiai származású *Sattindranath Bose* nevét, aki a sugárzást Einstein nyomán fotongáznak tekintette, és feltételezte, hogy a fotonok nem különböztethetők meg egymástól. (A fénykvantumok megkülönböztethetőségét először 1911-ben *Wladyslaw Natanson* lengyel

fizikus állította.) Ezek alapján a statisztikus mechanika módszereivel legegyszerűbben jutott a Planck-törvényhez. Dolgozatát még a közlés előtt elküldte Einsteinnek, aki Bose módszerét ideális gázra alkalmazta, és ennek alapján jött rá a Bose–Einstein-kondenzáció néven ismert kvantumfizikai jelenségre. Ennek lényege, hogy egy bizonyos kritikus hőmérséklet alá hűtve a gázt, a gázmolekuláknak egy hányada a kvantummechanikai alapállapotba kerül. Az alapállapotban levő molekulák összessége a Bose–Einstein-kondenzátum. Ennek kísérleti kimutatását jutalmazták 2001-ben fizikai Nobel-díjjal.

A speciális relativitás elmélete

Einstein legnagyobb alkotása a relativitáselmélet. A fizika fejlődésére és a tudományos gondolkodásra kifejtett hatását tekintve csak a kvantumelmélet mérhető össze vele. Utóbbi azonban a huszadik század nagy fizikusainak együttes munkájával nyerte el mai formáját, és így vált a mikrovilág fizikájának elméletévé – amiben egyébként Einsteinnek is fontos szerepe volt –, a relativitáselmélet viszont egyedül Einstein alkotása. Különösen igaz ez az általános relativitásra. Ezt maga Einstein is így értékelte, amikor 1915-ben a következőképpen nyilatkozott róla: „Az én mágneses dolgozatomat (az Einstein–de Haas-effektusról van szó) bárki meg tudta volna csinálni, de az általános relativitás elmélete egészen más lapra tartozik. Hogy itt célt értem, életem legnagyobb beteljesedését jelenti, ha nincs is szaktárs, aki ennek az útnak szükségességét és mélységét mindmáig felismerte volna.” A megalkotása óta eltelt évszázad, illetve (az általános relativitásra gondolva) kilenc évtized fizikai kutatásai csak megerősítették annak igaz voltát. Egyetlen tétele és következménye sem szorult kiigazításra. A körülötte kezdetben támadt viták a tapasztalat bizonyító hatása alatt fokozatosan elcsendesültek, és az elmélet új fogalmai a világról alkotott

képünk szerves részévé váltak, radikálisan megváltoztatva az anyagi világra vonatkozó tudományos képünket.

Einstein egész tudományos tevékenységére jellemző a klasszikus fizikával szemben tanúsított legtökéletesebb elfogulatlanság. A Michelson-kísérlet negatív eredményében megmutatkozó kísérleti tapasztalatot fenntartás nélkül elfogadva, arra a következtetésre jut, hogy a fényterjedés sebessége a Földdel együtt mozgó rendszerben is c , és terjedése itt is izotrop. A Föld keringése a Nap körül nem létesít észlelhető tehetetlenségi erőt, a fellépő centrifugális erő mérhetetlenül kicsi, és ezért a Földdel együtt mozgó vonatkoztatási rendszer gyakorlatilag inerciarendszernek tekinthető. Nem igaz tehát az a feltevés, hogy a Maxwell-egyenletek a nyugvó éterben érvényesek, és csak ebben a kitüntetett vonatkoztatási rendszerben c a fénysebesség minden irányban. *Nincs kitüntetett vonatkoztatási rendszer, következésképpen az éter sem létezik.* A fény terjedése minden inerciarendszerben izotrop. Az inerciarendszerek teljesen egyenértékűek a természeti jelenségek leírása szempontjából. Semmilyen jelenség – sem mechanikai, sem optikai – nem tüntet ki közülük egyet sem: *nincs abszolút vonatkoztatási rendszer.* Az inerciarendszerek egyenértékűségében egy általános természeti elv, az ún. *speciális relativitás elve* mutatkozik meg. Einstein elévülhetetlen érdeme, hogy a Michelson-kísérlet negatív eredményében az inerciarendszerek egyenértékűségét, a relativitás elvét ismerte fel. Az éterhipotézist a mechanikai világképhez való görcsös ragaszkodás szülte. Einstein nagyságát mutatja, hogy tekintélyes elődeivel szemben bátran szakított a több évszázados felfogással, és nem újabb hipotézissel próbálta az éterhipotézist megmenteni, hanem elfogadta az objektív anyagi világot olyanak, amilyenek azt a tapasztalat mutatja. A tapasztalat pedig sohasem ismerte el az éter létjogosultságát.

Einstein azt is világosan látta, hogy a probléma mélyebb gyökerei a térre és az időre vonatkozó felfogásunkkal vannak kapcsolatban. A tér és az idő fogalmát a klasszikus mechanikában külön-külön abszolútnak tekintették. Különösen áll ez az időre. A tér két különböző helyén egy időben lejátszódó két eseményt minden vonatkoztatási rendszerben egyidejűnek tekintettek. Az egyidejűség fogalmának abszolút jelentése volt. Az Einstein által elvégzett elemzésből kiderült, hogy ez a felfogás téves: ha két esemény az egyik vonatkoztatási rendszerben egyidejű, a másik inerciarendszerben már általában nem az.

Valamilyen eseményről a fizikus akkor tud egyértelműen beszélni, ha tudja, hogy az a tér melyik helyén, mikor játszódott le. Minden pontszerű eseményt tehát négy adattal, a három helykoordinátával és az esemény időpontjával jellemezzük. Az esemény helyére és idejére vonatkozó kijelentésnek csak akkor van értelme, ha a hely és idő mértékszámait jól definiált és elvileg akárhányszor megismételhető mérés eredményeként adódnak. A hely mérésére a méterrúdakat, az időre az órák szolgálnak. A helymérés eredményeként a tér minden pontjához egy számhármass rendelhető, amely az illető pont helykoordinátáit adja meg. Az időt az esemény helyén lévő órával mérjük. Egyértelmű időmeghatározást akkor kapunk, ha a tér minden pontjába egyformán járó órákat helyezünk, és azokat valamilyen eljárással szinkronizáljuk. Fizikai szempontból kifogástalan szinkronizálás fényjelekkel történhet. Így elérhető, hogy a vonatkoztatási rendszer különböző helyein elhelyezett órák tökéletesen egyformán járjanak. A különböző inerciarendszerek óráinak szinkronizálásánál tekintetbe kell venni azt a tapasztalati tényt, hogy a fényterjedés sebessége minden inerciarendszerben ugyanaz. Ebből viszont következik, hogy egységes időről csak egy vonatkoztatási rendszeren belül lehet szó, a

különböző inerciarendszerek ideje nem egyezik meg. Nem létezik tehát egységes világidő, miként azt a klasszikus fizikában évszázadokon keresztül gondolták. A relativitás elve és a fénysebesség állandósága szükségszerűen vezet a Lorentz-transzformációhoz, amely egy pontszerű esemény két inerciarendszerben mért helykoordinátái és időadatai között teremt egyértelmű kapcsolatot. Ebből már következik az egész relativisztikus kinematika. Két egymáshoz képest mozgó, egyforma rúd közül az egyikkel együtt mozgó rendszerből mérve a másik mindig rövidebb a társánál. A mozgó órák közül pedig mindig egyik késik a másikhoz képest. A hosszúság és az időtartam tehát függ attól, hogy melyik vonatkoztatási rendszerben mérjük azokat. A hosszúság és az idő nem önmagukban létező fogalmak, hanem csak akkor nyernek fizikai értelmet, ha megmondjuk azt is, hogy milyen mozgásállapotú rendszerre vonatkoztatjuk azokat. A mérési eljárás is más, attól függően, hogy a testekhez képest nyugvó vagy mozgó rendszerben végezzük a mérést.

Ezek a megállapítások nagy megütközést és igen élénk vitákat váltottak ki, és nemcsak a fizikusok körében, hanem a viták lécsaptak a filozófia területére is. Ezen nem lehet csodálkozni, mert az egész anyagi világról alkotott korábbi képünk szétrombolását jelezték, és egy új világkép és fogalomrendszer kialakulását eredményezték. Tulajdonképpen ez is hozzájárult ahhoz, hogy Einstein nevét nemcsak a fizikusok, hanem az egész művelt világ megismerte. A tapasztalat ezeket a paradoxonnak tűnő megállapításokat teljesen Einstein szellemében igazolta.

Az inerciarendszerek egyenértékűségének felismerése óriási heurisztikus erővel rendelkező vezérelvet ad az elméleti kutató kezébe. Csak azok a természettörvények lehetnek igazak, amelyek minden inerciarendszerben ugyanúgy hangzanak. Ez más szóval azt jelenti, hogy a Lorentz-transzformációval szemben változatlanoknak kell lenniük. Az

elektromágnesség Maxwell-elmélete teljesíti ezt a követelményt, nem szorul kiigazításra. A klasszikus mechanikáról viszont ez nem mondható el. Kiderült, hogy az csak közelítő érvényű. Csak olyan mozgások leírására jó, amelyek sebessége kicsi a fény vákuumbeli sebességéhez képest. A relativisztikus dinamika a mozgások tanának olyan általánosítása, amely kis sebességek esetén a newtoni mechanikába megy át. Ezért a mindennapi életben előforduló esetekben jól írja le a mozgásokat, még a bolygók mozgását is. A nagy sebességek tartományában viszont a tapasztalat a relativisztikus mechanikát erősíti meg. A testek tehetetlen tömege nem állandó, hanem változik a sebességgel. A sebesség növekedésével a tömeg is nő. A részecskegyorsító berendezésekben olyan nagy sebességre gyorsítják fel a részecskéket, hogy ott már érvényesül a tömegnövekedés. Sőt, a berendezés tervezésekor ezt pontosan figyelembe kell venni. A speciális relativitás elméletének Einstein szerint is leghatásosabb eredménye a tehetetlen tömeg és az energia közötti $E = mc^2$ kapcsolat felismerése volt. Közismert, hogy az atomenergia felhasználásának lehetősége ezen az összefüggésen alapszik. Ezért ennek korunk fizikájára és a gazdasági életre, energiapolitikára gyakorolt hatását külön hangsúlyozni nem szükséges. Viszont rá kell mutatni arra, hogy az említett vezérlő elv vezetett a relativisztikus kvantummechanikához, az ún. *Dirac-egyenlethez*. A Heisenberg és *Erwin Schrödinger* által megalkotott kvantummechanika nem tesz eleget a relativitás elvének, nem Lorentz-invariáns elmélet, annak ellenére, hogy az atomfizika jelenségeit általában jól leírja. Már maga Schrödinger megpróbálkozott azzal, hogy elméletét relativisztikussá tegye, de nem járt sikerrel. A kapott egyenlet ugyan teljesítette a relativitás elvét, de nem adott jó eredményt a hidrogénatom színképére. Ugyanezt az egyenletet mások is levezették, többek között a magyar *Kudar János*, de

nemcsak az volt a baja, hogy a hidrogénatomra rossz eredményt adott, hanem az is, hogy a kvantummechanika lényegéhez tartozó statisztikus értelmezést nem lehetett rá alkalmazni. Dirac a témakörrel foglalkozó több fizikus véleményével ellentétben fontosnak tartotta a valószínűségi értelmezést, ezért nem fogadta el ezt az egyenletet az elektron relativisztikus hullámegyenletének. Két alapvető követelményt támasztott a keresett egyenlettel szemben. Legyen Lorentz-invariáns, másrészt az idő szerinti differenciálhányados első rendben tartalmazza, mert ez feltétele a statisztikus értelmezésnek. Az itt nem részletezhető igen szép matematikai gondolatmenettel jutott a már említett, róla elnevezett egyenlethez. Ez azon túl, hogy teljesíti az említett két feltételt, a *spin*-t tartalmazza. Ez Diracot is meglepte, de természetesen örömmel tapasztalta, hogy erről is számot ad. Természetesen kiadódik az elektron saját mágneses nyomatéka is. Az egyenlet első alkalmazása a hidrogénatom energiaszintjeinek meghatározása volt. Ennek alapján a hidrogén színképének finomszerkezete is a kísérleti eredményekkel jól egyezően adódott.

A Dirac-egyenletnek erőmentes, szabad mozgásra vonatkozó megoldása síkhullámnak adódik, amelynek hullámhosszát és rezgésszámát a részecske impulzusa és energiája határozza meg a kvantummechanikából ismert, *de Broglie*-féle képletek szerint. Az erőhatás nélkül mozgó elektron energiája az eddigi felfogás szerint természetesen pozitív. A relativitáselmélet alapján viszont az energiára olyan kifejezés adódik, amely a tömeg és impulzus bizonyos kifejezését négyzetgyök alakjában tartalmazza. Matematikai szempontból tekintve a gyöknek pozitív és negatív értéke egyaránt lehetséges. Eddig csak a pozitív előjelet vették tekintetbe, a negatívát nem, mert a negatív energiához az $E = mc^2$ képlet alapján negatív tömeg tartozna. A negatív tömegű részecske gyorsu-

lása a hatóerővel ellentétes irányú lenne. Ennélfogva egy pozitív és egy negatív tömegű elektron kölcsönhatása a következő furcsa jelenséghez vezetne. Mivel töltésük azonos, ezért közöttük taszító erő hat. A pozitív tömegű elektron az $ma = F$ mozgásegyenlet szerint a taszító erő irányába mozogna, a negatív tömegű viszont az ellentétes irányba. Tehát követné a másik elektront. Ilyen jelenséget a természetben nem ismerünk. Dirac az ellentmondást a Pauli-elv figyelembe vételével a következőképpen oldotta fel. Tételezzük fel, hogy a negatív energiájú kvantumállapotok a természetben mind be vannak töltve egy-egy elektronnal. Ez az állapot a *fizikai vákuum*. Ebben az állapotban a fizikai mennyiségek (például tömeg, töltés) értéke zérus, és a fizikai mennyiségek valódi értékeiben a vákuumállapottól való eltérés mutatkozik meg. Az elektromágneses kölcsönhatás a vákuumállapotot megváltoztathatja. Gondoljunk el például, hogy a kölcsönhatás következtében egy negatív energiájú elektron nyugalmi energiájának kétszeresét vagy ennél nagyobb energiát vesz fel az erőterétől. Ezáltal pozitív energiájú valódi elektronná alakul, és a vákuumban üres marad egy elektronállapot. Szemléletesen szólva, a vákuumban lyuk keletkezik. Az üres negatív energiájú elektronállapot negatív energiahiányt és negatív tömeghiányt jelent, amely pozitív energiaként és pozitív tömegként jelenik meg. *A vákuumbeli lyuk úgy viselkedik, mintha pozitív tömegű és „pozitív töltésű elektron” lenne.* A kölcsönhatás tehát egy „pozitív töltésű elektront” eredményezett. Mivel akkor (1932 előtt) csak két elemi részecskét ismertek, az elektront és a protont, Dirac ezt a pozitív töltésű lyukat protonnak gondolta. Szimmetria-okokból a lyuk tömegének ugyanakkorának kellene lennie, mint az elektroné, ezért később (1931-ben) elállt a proton gondolatától, és egy új, addig nem ismert részecskét tételezett fel, amit *anti-elektronnak* nevezett. Egy évvel később,

1932-ben *Carl D. Anderson* felfedezett egy pozitív elemi töltésű, az elektron tömegével azonos tömegű részecskét, amelyet pozitronnak neveztek el. Ez a részecske azonos a Dirac-féle antielektronnal.

A Dirac-egyenlethez vezető gondolatmenetből és az egyenlet említett sajátágaiból (mint például a spin és a mágneses nyomaték helyes értéke) következik, hogy a Dirac-egyenlet nemcsak az elektronnra, hanem minden feles spinű részecskére egyaránt vonatkozik: így a protonra, a neutronra és a többi, később felfedezett feles spinű részecskékre is. (A feles spin azt jelenti, hogy a saját impulzusnyomaték értéke a $\hbar$ Planck-állandó 2π -ed részének a fele.) A napjainkban folyó kísérleti részecskefizikai kutatásokban mindennapos szereplők az antirészecskék. Nemcsak az alapkutatásokban, hanem az orvosi gyakorlatban is alkalmaznak pozitronokat fontos diagnosztikai eljárásokban. Ilyen berendezés például a pozitron emissziós tomográf (közismert rövidítéssel PET). A lyukelmélethez kapcsolódó szemléletes képből is érthető, hogy a magasabb, pozitív energiájú elektron az alacsonyabb energiaszintre törekedve, beleesik a lyukba, és ekkor eltűnik a pozitív energiájú elektron és a lyuk, vagyis a pozitron. Energiájuk átalakul gamma-sugárzássá. A fizikai szakirodalom a részecskének az antirészecskéjével ilyen értelmű megsemmisülését nevezi szétsugárzásnak. A PET-ben is ez történik. Ennek alapján készítenek képet az emberi szervezet különböző részeiről.

A Dirac-egyenletre és a pozitronra azért tértem ki egy kicsit részletesebben, mert érzékeltetni akartam, hogy a relativitáselméletből kiindulva, tisztán elméleti megfontolásokkal (úgy is mondhatnám, hogy spekulatív módon) hogyan jutott Dirac egy olyan felfedezéshez, amely a huszadik század fizikájában, különösen annak második felében meghatározó szerepet játszott. Kicsit előre szaladva megemlítem, hogy napjaink egyik legizgalmasabb tudományos kutatási területe

a Világegyetem keletkezésével és fejlődésével foglalkozó fizikai és csillagászati kutatások. Ezek szorosan kapcsolódnak a mindjárt szóba kerülő általános relativitáshoz, de most az antirészecskék kapcsán megemlítem, hogy milyen izgalmas kérdés az, hogy miért csak anyagot tapasztalunk az Univerzumban. Miért nem észlelünk antianyagot, hiszen a fizika egyik szimmetriaelvéből arra lehet következtetni, hogy kezdetben mindkettő egyformán keletkezhetett. Mitől sérül ez a szimmetria, ha egyáltalán fennállt a kezdetekben? Ilyen jellegű alapvető tudományos kérdések állandóan szerepelnek a fizikai szakirodalomban. Ez a példa is érzékelteti, hogy a relativitáselméletből milyen mély elvi kérdések erednek napjainkban is. Az általános relativitásról szóló részben még ennél is izgalmasabb kérdéseket fogok említeni.

Az általános relativitás és a gravitáció

A relativitás szó előtti *speciális* jelző arra utal, hogy az egymáshoz képest egyenes vonalú, egyenletesen mozgó vonatkoztatási rendszerek egyenértékűségéről van szó. Einstein ezt a korlátozó megszorítást szerette volna megszüntetni, mert érezte, hogy kell lennie egy általánosabb elvnek, amely szerint az inerciarendszerek végtelen sokasága nem élvez kitüntetett szerepet a fizikai jelenségek leírásánál. Az igaz természettörvényeknek a Lorentz-transzformációval szembeni invariancia helyett egy általánosabb követelményt, az *általános kovariancia elvét* kell kielégíteniük. Ez azt jelenti, hogy bármely vonatkoztatási rendszerben ugyanúgy kell hangzaniuk. Másrészt probléma volt a gravitáció Newton-féle elméletével, mert eszerint a gravitációs hatás időtartam nélkül, tehát végtelen sebességgel terjed. Ugyanis ha megváltozik a tömegek eloszlása, a gravitációs tér erősségének is azonnal meg kell változnia a tömegeloszlástól bármilyen távoli pontban. Ez ellentétben van a speciális relativitással, mert semmilyen hatás nem terjedhet a fény

vákuumbeli sebességénél nagyobb sebességgel. Tehát a gravitáció newtoni elmélete korrekcióra szorult. Einstein zsenialitását mutatja, hogy e két, egymástól távolinak tűnő problémát, vagyis az általános kovariancia elvének érvényesítését és a gravitáció elméletének a speciális relativitással történő összhangba hozását, egyszerre oldotta meg. Nem ment könnyen. Tíz évi megfeszített munkával dolgozott e nagyszerű program megvalósításán, míg végül 1915-ben az ún. *általános relativitás* elméletének megalkotásával a tökéletesség legmagasabb fokára emelte a relativitás elméletét.

A gyorsuló vonatkoztatási rendszereket kezdte tanulmányozni, és mindjárt az elején rájött, hogy ezek kapcsolatba hozhatók a gravitációs térrel. Gondoljuk el, hogy egy liftben vagyunk, és egy láthatatlan kéz a földi nehézségi gyorsulással felfelé mozgatja a liftet. A mozgással ellentétes irányú, ún. tehetetlenségi erőt érzünk, amelynek nagysága *mg*. Ezt a gyorsulás következtében fellépő tehetetlenségi erőt nem tudjuk megkülönböztetni a földi nehézségi erőtől, mert ugyanezt az erőt éreznénk, ha a lift állna a Földön. Mivel a tehetetlenségi erők a tehetetlen tömeggel, a gravitáció pedig a súlyos tömeggel arányos, ebben a már *Galilei* óta ismert törvény jut kifejezésre, miszerint a kétfajta tömeg arányos egymással. (A súlyos és tehetetlen tömeg egyenlőségét rendkívül pontos eljárással, százmilliomod pontossággal, először Eötvös Loránd határozta meg.) A kétfajta tömeg arányosságát évszázadok óta mindenki elfogadta, de mélyebb okát senki sem vizsgálta. Einstein a két tömeg szigorú arányosságában egy alapvető természeti elvet ismert fel, az ún. *ekvivalencia-elvet*. Eszerint minden tehetetlenségi erő – beleértve a centrifugális és Coriolis-erőket is – gravitációs erőként fogható fel. A gyorsuló vonatkoztatási rendszerek tehát olyanok, mintha azokban gravitációs erő lépne fel. Ez a felismerés vezette Einsteint a gravitáció modern elméletének, az *általános*

relativitásnak a kidolgozásához. Ennek a lényege az, hogy a tömegek kialakítják a tér-idő geometriai szerkezetét, és ebben a tér-időben a testek erőmentes mozgást végeznek. (A tér-idő egy négydimenziósnak elgondolt tér, amelyben a három közönséges térkoordináta mellé negyediknek hozzávesszük az időt.) Ez a geometria a tömegek közelében nem az euklideszi mértan törvényeit követi, hanem az ún. *Riemann*-féle görbült tér-idő szabályait. Kicsit szabadon fogalmazva: a tömegek mondják meg, hogy milyen legyen a geometria, a geometria pedig, hogy hogyan mozogjanak a tömegek. Az általános relativitáselméletet a bolygók mozgására alkalmazva, azok nem azért mozognak ellipszis pályán, mert a Nap vonzóereje kényszeríti őket erre, hanem azért mert a Nap tömegeloszlása olyan tér-idő geometriát alakít ki, amelyben az erőmentes tehetetlenségi mozgás pályája ellipszis. A Nap szerepe a tér-idő geometriai szerkezetének kialakításában nyilvánul meg. A bolygók mozgásának leírása teljesen kinematikai jellegű. Az erő fogalma elő sem fordul. A testek tehetetlenségi (erő nélküli) mozgást végeznek a tömegek (esetünkben a Nap) által kialakított tér-időben. Ez a geometria a tömegek (például a Nap) közelében a görbült terekre jellemző szabályoknak tesz eleget. Einstein elévülhetetlen érdeme, hogy meghatározta azokat az egyenleteket, amelyek leírják, hogy a tömegek eloszlása milyen geometriát hoz létre ebben a négydimenziós tér-időben. Itt rá kell mutatni arra, hogy mivel a speciális relativitás szerint az energia és a tömeg egyenértékű, vagyis bármilyen energiának van tehetetlen tömege, a tér-idő geometriájának a kialakításában a tömegek mellett az energia ugyanolyan módon vesz részt. Az általános relativitásból adódó eredmények nemcsak a szemlélet miatt különböznek a newtoni gravitációtól, de a döntő jellegű kísérletek számszerű adataiban is. Másrészt olyan jelenségekre vonatkozóan is adnak jóslatokat, előrejelzéseket, ame-

lyek ezt megelőzően merész fantáziának minősíthető ötletként sem merültek fel. (Ilyenek például a fekete lyukak, a csillagok gravitációs összeomlása, vagy az Univerzum szerkezetére és fejlődésére vonatkozó következtetések.)

Az általános relativitáselmélet első kísérleti igazolását és az elismerést hozó sikerét az 1919. évi napfogyatkozásnál megfigyelt fényelhajlással aratta. A távoli csillagok fénye a Nap közelében elhaladva, a görbült tér-idő miatt nem egyenes pályán jut el a földi megfigyelőhöz, hanem egy kicsit elhajlik a Nap felé. Ezért a megfigyelőhöz érkező fénysugarat meghosszabbítva a csillagot más irányban látjuk, mint amikor a Nap nincs a látóirányhoz közel. A hat hónappal későbbi (éjszakai) felvételen jól megállapítható a fénysugár eltérülésének szöge. A megfigyelések az általános relativitáselméletnek megfelelő értéket adták, ami kétszerese a newtoni gravitáció elméletéből számított értéknek. Tulajdonképpen ez a csillagászati megfigyelés járult hozzá döntő mértékben, hogy a fizikusok többsége komolyan vette Einstein elméletét. A megfigyeléseket igen sokszor megismételték, és az eredmények az általános relativitást erősítették meg. Az optikai megfigyelések mellett – amelyeket csak teljes napfogyatkozásakor lehet végezni – a csillagok vagy kvazárok által kibocsátott rádióhullámok irányának eltérülését is vizsgálják. Ezek a megfigyelések nem kötődnek a napfogyatkozáshoz, másrészt a rádiócsillagászati koordinátamérések sokkal pontosabbak. Természetesen ezek kétséget kizáróan a relativitáselméletet igazolják. Itt csak utalok a másik két kísérlettípusra, amelyek mindjárt a kezdeti szakaszban az elmélet igazsága mellett szóltak. A Merkúr és a többi bolygó pályájának napközelpontjáról, az ún. perihélium elfordulási szögéről, valamint a gravitációs vöröseltolódásról van szó. Az utóbbi azt jelenti, hogy az atomok spektrumvonalainak a hullámhossza a gravitáció hatására

a nagyobb hullámhosszak, tehát a vörös felé tolódik el a gravitációmentes helyzet-hez viszonyítva. Az elmélet megjelenése óta eltelt kilencven év alatt a kísérleteket egyre pontosabb feltételek mellett megismételték, és ezek mind-mind az elmélet igazsága mellett szóltak.

Az általános relativitáselméletnek egy ugyancsak sokat tanulmányozott következménye, illetve jóslata, a *gravitációs hullám* jelensége. Az Einstein-féle téregyenleteknek van olyan megoldása, amely hullámot ír le, hasonlóan ahhoz, miként a Maxwell-egyenleteknek is van hullámmegoldásuk. Ez utóbbiak az elektromágneses hullámok. Létezésüket maga Maxwell jóslta meg elméleti úton, és néhány évvel később *Heinrich Hertz* kísérlettel igazolta azok létezését. A gravitációs hullámokkal kapcsolatban nem ilyen szerencsés a helyzet, mert kísérleti kimutatásuk még nem sikerült, pedig a múlt század hatvanas éve óta a legkülönbözőbb észlelőberendezéseket tervezték és építették. Itt arról van szó, hogy a tér-idő fénysebességgel terjedő fodrozódásait kellene kimutatni, amelyek rendkívül kicsi hatást váltanak ki a berendezésben. Példaként megemlítem, hogy az olasz-francia együttműködés keretében Olaszországban felállított detektorban az interferenciacsíkok eltolódása ilyen gravitációs hullám hatására, becslések szerint mindössze 10^{-18} méter. Szinte hihetetlen érzékenységre kellene hozzá.

Befejezésül az Einstein-féle gravitációs téregyenleteknek az Univerzumra történt alkalmazásáról szívesen még röviden. Az első lépést ebben a vonatkozásban maga Einstein tette meg. Az egyenleteknek olyan megoldását kapta, amely táguló Világegyetemet ír le. Ez nem fért össze Einsteinnek Istenről alkotott képével, mert szerinte Isten nem olyan világot teremtett, amely a teremtés pillanatától kezdve nem tökéletes, hanem az idő múlásával magától még alakul, illetve fejlődik. Ő tehát egy időtől független, ún. sztatikus meg-

oldást várt. Ezért a gravitációs egyenleteket kiegészítette egy taggal, amelynek az lett a szerepe, hogy ezt a tágulást ellensúlyozza, hogy az időben változatlan megoldás jöjjön ki, vagyis egy állandó állapotú Univerzum. Ezt a kiegészítő tagot a tér-idő geometriai szerkezetét jellemző metrikus tenzorral arányosnak vette. Az arányossági tényezőt nevezzük *kozmológiai állandónak*. *Eduwin Hubble* amerikai csillagász 1929-ben azt a meglepő felfedezést tette, hogy a galaxisok távolodnak egymástól, ami azt mutatja, hogy az Univerzum tágul az időben. A tágulás törvényszerűségét is megállapította. Eszerint a tágulás sebessége arányos a távolsággal. A gravitációs egyenleteknek a kozmológiai taggal történt kiegészítése tehát felesleges volt. Einstein a Hubble-féle megfigyelés megerősítése után ezt a lépését élete legnagyobb tévedésének tekintette. Elszalasztott egy nagyszerű felismerést, ami tulajdonképpen már a kezében volt, de a teremtés tökéletességében gyökerező világképe ettől visszatartotta. A legújabb csillagászati megfigyelések és kozmológiai kutatások ugyanis arra utalnak, hogy mégsem volt hiba e tag beillesztése a gravitációs egyenletekbe, mert úgy tűnik, hogy a Világegyetem gyorsulva tágul. Ma még nincs elfogadott magyarázat a gyorsulásra, de valószínűnek látszik, hogy a kozmológiai tagnak az antigravitáció, tehát a gravitációs eredetű taszítás felel meg.

Ha az Univerzum tágulását gondolatban visszafelé követjük az időben, akkor olyan kezdeti állapothoz jutunk, amelyben a Világegyetem összes tömege egy pontban egyesül. Ez végtelen tömeg- és energiasűrűségnek felel meg ebben a pontban. Nem lehet tudni, hogy ilyen szinguláris viszonyok mellett alkalmazhatók-e a normális körülményekre megállapított fizikai törvények. Az is lehet, hogy a megszokottól eltérő törvények érvényesülnek itt. Van olyan nézet is, hogy nem is volt kezdet, hanem a világ öröktől fogva van. A nagyenergiájú gyorsító berendezésekben

a közeljövőben várhatóan olyan nagy energiákat tudnak előállítani, amelyekkel megközelíthetők a Világegyetem keletkezése utáni másodpercekben uralkodott körülmények. Ezek a kísérleti részecskefizikai kutatások a csillagászati megfigyeléseket kiegészítve, egyre közelebb visznek az anyagi világ kezdeti állapotának, szerkezetének és fejlődésének megismeréséhez. A tudomány egyik legnagyobb kérdésére keresik a kutatók a választ. Keletkezett-e a világ? Ha igen a válasz, akkor rögtön adódik a kérdés, hogy miként? Biztos, hogy a kezdetben fennálló feltételek mellett a kvantummechanika törvényeit is figyelembe kell venni. Régóta folynak kutatások a gravitáció elmélete, az általános relativitáselmélet és a kvantummechanika összehangolására. *Stephen Hawking* például ilyen jellegű kutatásainak eredményétől várja az anyagi világ kezdeti állapotának tudományosan megnyugtató megoldását. Az valószínűnek tűnik, hogy ezek a kutatások a tér-idő mikroszerkezetére vonatkozóan is hoznak új megállapításokat. Vannak olyan elméleti vizsgálatok, amelyekből arra

következtetnek, hogy a tér-idő az egészen kis tartományokban esetleg nem folytonos szerkezetű, hanem szemcsés. Az ún. szuperszimmetrikus elméletekben felmerül az is, hogy a tér-idő dimenziója nem négy, hanem ennél több, de a négy fölötti dimenziók szerepe a négyhez képest másként nyilvánul meg.

Az eddigieket összegezve megállapíthatjuk, hogy Albert Einsteinnek nemcsak a huszadik század fizikájában volt meghatározó szerepe, hanem az anyagi világról alkotott mai tudományos képünk kialakításában is. A témakör egyik legavatottabb kutatójának, Hawkingnak szavaival zárom írásomat. „Einstein 1915-ben gyökeresen új, forradalmi jelentőségű matematikai modellel állt elő, az általános relativitáselmélettel. Cikkének megjelenése óta eltelt években számos helyen kicifráztuk a modellt, azonban az időről és a térről alkotott mai modellünk változatlanul az Einstein által felvázolt képen alapul.”

Kulcsszavak: *Albert Einstein, relativitáselmélet, tér-idő, Univerzum*



A KOGNITÍV TUDOMÁNY MITIKUS TELEOLÓGIÁJA

Kodaj Dániel

a BCE szociológia doktori iskolájának tagja
a PTE filozófia levelező programjának hallgatója
kodaj.daniel@tek.bke.hu

Az alábbiakban néhány megjegyzést szeretnék fűzni Boros János A kognitív tudomány esélyei című írásához (Boros, 2004). Először röviden összefoglalom, hogy értelmezésem szerint mi a tanulmány gondolatmenete, majd az alaptételek egyikét próbálom továbbfűzni egy ideológiakritikai meglátás felé.

1. Az utóbbi évtizedekben nekilendült kognitív tudomány a pszichológia, a neurobiológia és az analitikus filozófia egyes ágainak egyesítésével próbálja – természettudományos eszmények alapján – feltárni az emberi tudat működését. „A kognitív tudomány esélyei” című tanulmány kétféle kételyt fogalmaz meg ezzel kapcsolatban. Egyrészt úgy véli, hogy e vállalkozást igen súlyos (gyakorlati) akadályok terhelik, másrészt pedig azt állítja, hogy a kognitív tudomány alapvetően alkalmatlan arra a célra, melyet elérni szándékoznak vele. A továbbiakban ezeket „módszertani”, illetve „filozófiai” érveknek fogom hívni, és sorra veszem őket.

a.) A módszertani érvek alá három fontos meglátás tartozik. Az első szerint a kognitív tudomány „túlságosan interdiszciplináris”, ezért képtelen letisztult diskurzussá válni: a részt vevő tudományágak eleve rendkívül bonyolultak, és elképzelhető, hogy bizonyos valóságmodelljeik ellentmondásban is állnak egymással (Boros, 2004, 1270.). A második módszertani érv szerint az agyi folyamatok annyira komplexek, hogy tökéletes modellezésük elvi korlátokba ütközik (Boros, 2004,

1274., 1276.). A harmadik módszertani érv azt az érdekes tételt állítja fel – Donald Davidson nyomán –, hogy mivel az emberi tudat médiuma a nyelv, a természettudomány elmélete és gyakorlata pedig a nyelvbe ágyazódik, előbb a nyelv természetére kell reflektálnunk, mielőtt kézpénznek vennénk a kutatások magától értetődő eredményeit (Boros, 2004, 1275.). Az első két módszertani érv felfogható a természettudomány körén belül maradó kifogásként, míg a harmadik megindul a filozófiai kritika felé.

b.) A tulajdonképpeni filozófiai kételyek (Boros, 2004, 1270. skk.) már a bölcsészeti és természettudományos megismerés konfliktusát tükrözik. Szerintük a kognitív tudomány eleve kudarcra van ítélve, mert az öntudat a természettudós objektíváló tekintete számára nem hozzáférhető. A filozófiai érvek tehát nem azt állítják, hogy a tudat modellezése és reprodukálása nagyon nehéz, hanem azt, hogy elvben lehetetlen: az öntudatot mint fenomént csak belsőleg lehet értelmezni. A kognitív tudomány megoldhatatlan feladatot vállalt fel, mert külsőleg akarja megismerni azt, ami csak belsőleg megismerhető. Boros tanulmánya ezt több formában is megfogalmazza, s érzésem szerint végeredményben a Davidson-tézis felé húz (Boros, 2004, 1271.): noha kétségkívül léteznek pszichofizikai folyamatok, s ezek nyilván valamiféle kapcsolatban állnak az elménkkel és öntudatunkkal, a kettő nem

hozható fedésbe egymással („szupervenienencia”). Ha vágyaim, gondolataim, „Madeleine- emlékeim” bizonyos értékig le is írhatóak kémiai egyenletekkel, csak számomra mint érző szubjektum számára hordozzák a maguk sajátos emberi jelentését.

2. Nyilvánvaló, hogy a kognitív tudomány a filozófia talán utolsó legitim területének természettudományos meghódítására törekszik: ahogy az elmúlt századokban a kozmológia, fizika, biológia, szociológia és pszichológia levált a bölcseletről, úgy annektálná a kognitív tudomány a neurológia segítségével a tudat problémáját. „A kognitív tudomány esélyei” e diszciplináris támadás ellen próbálja körül-sáncolni a filozófiát. A központi kérdés – mint annyiszor – most is az: mire képes, és mit akar a természettudomány.

A természettudományos módszerek betörését gyakran kíséri morális pánik; elég csak az egyháznak a biológiával vagy a csillagászzal kapcsolatos kifogásaira gondolnunk, de közelebbi, s talán relevánsabb példaként említhetnénk a 20. századi filozófia ellenreakciót az objektíváló-kísérleti megismerésmóddal szemben (igen pregnánsan például a fenomenológia vagy a frankfurti társadalomelmélet területén, lásd Husserl, 1998; Heidegger, 1994; Adorno–Horkheimer, 1990; Habermas, 2005). A felszólalók itt általában azt sugallják, hogy a természettudomány a maga hidegen analitikus vizsgálataival kipusztít, vagy legalábbis figyelmen kívül hagy valamiféle emberi lényegét, s ezért morálisan (de legalábbis módszertanilag) tökéletlen. Ahogy a vallatósízt nem férhet hozzá a rab igazi személyiségéhez – nem tudhatja meg, hogy milyen barátként, munkatársként, szülőként vagy szeretőként –, ugyanúgy a természettudomány objektíváló praktikái sem képesek

hozzáférni a társadalom vagy a tudat legfontosabb, a humánus számára jelentős tartalmaihoz. A természettudományos elméletek technikailag jól hasznosítható, de „emberileg megrövidített” vilásképeket nyújtanak.¹

A továbbiakban ezt a tézist – a cikk filozófiai kritikájának általam interpretált változatát – szeretném górcső alá venni. Mit művelhet a kísérleti megismerés a tudattal? Egy megvalósult kognitív tudomány a tudat „tökéletes” leírását adná: megvilágítaná, mit miért gondolunk, sőt, talán a társadalom és történelem folyamatait is átláthatóvá, akár kiszámíthatóvá tenné. Egy ilyen elmélet pontosan megmondaná, hogyan épül fel a tudat valójában, s ezáltal jószándékú képzelgéssé nyilvánítaná az összes filozófiai elméletet. Ahogy Arisztotelész biológiája vagy Hegel akusztikája ma nevetség tárgya, úgy lenne divatjamúlt az összes tudatfilozófia, s talán általában a filozófia is. Elképzeljük például, hogy meghatározott szinaptikus folyamatokkal modellezni lehetne, mondjuk, a platóni metafizika megjelenését az agyban, meg lehetne mutatni, hogy milyen területek aktiválásából vagy deaktiválásából, milyen vegyületek útján képződött a heideggeri lét-történet vagy a derridai dekonstrukció.

A filozófus egyik lehetséges érve ez ellen a következő: ha módszertanilag kivitelezhető is egy ilyen vállalkozás, filozófiailag mindenképp semmitmondó lesz, mert legfeljebb azt mutatja meg, hogyan redukálható vegyületekre egy filozófia (vagy általában a tudat), nem pedig azt, hogy mi az értelme. Bármilyen ügyesen is írja le a kognitív tudomány, hogyan működik a tudatos élet, azt sose fogja leírni, milyen érzés tudatosan élni. A természettudomány csak a belsőséghez férhet hozzá, a bensőséghez sosem.

¹ Magán a kognitív tudományon belül fejtett ki moralizálás nélkül ilyen típusú érveket pl. Thomas Nagel (1991a; 1991b). Tisztában vagyok vele, hogy e ponton olyan kérdéskört érintek, mellyel a *mind-body problem*, *other minds* stb. címszavak alatt az analitikus filozófia

külön ágai foglalkoznak. Cikkem célja nem e diskurzus bővítése, hanem a kognitív tudomány megismerési érdekeinek kritikája. E kritika nem próbál, és nem is lenne képes a test-lélek kérdés és a vonatkozó más szakágak bármelyik szerzőjével versenyezni.

Mit kezdhetünk a bensőség-érvekkel? A megvalósult kognitív tudomány talán azért tűnik furcsa gondolatnak, mert bármilyen precízen támá is fel gondolkodásunk biológiai mechanizmusait, akkor sem számolná fel az öntudat illúzióját. Ahogy Kopernikusz nem számolta fel a napfelkelte élményét, ahogy a felvilágosodás nem „cáfolta meg” a mítoszt mint mesét (legfeljebb a mítoszt mint világmagyarázatot), ahogy az emberek továbbra sem érzik társadalmi konfliktusaitak etológiai problémának, hanem öntörvényűen emberinek élik meg őket, ugyanúgy egy megvalósult kognitív tudomány sem szüntethet meg azt az érzést, hogy bizonyos mértékben mégiscsak saját életünk urai vagyunk, hogy az élményeink a mieink, nem pedig tőlünk független folyamatok eredményei.

A bensőségnek ez az élménye egy nagyon egyszerű elhatárolás alapján két részre bontható: az én-tudatra és a befolyásolás képességére (illetve ennek illúziójára). Érzem, hogy külön értelemként egzisztálok a világban, élményeim valami sajátos módon az enyémek, és úgy tapasztalom, hogy döntéseimmel hatni tudok a környezetemre. Az első az öntudat, a második pedig a szabadság problémája. A kognitív tudománytól való berzenkedés talán arra vezethető vissza, hogy projektje mind a kettőt fenyegetni látszik. A redukció és a determináltság elleni tiltakozás kaphat itt szerepet, és a kognitív tudomány projektje elleni érv e két fogalom mentén kifejtve így szól: 1) Ha redukálhatnánk is a tudatot molekulafolyamatokra, akkor sem lenne a

mi tudatunk, ugyanúgy, ahogy a nemi aktus biológiai leírásának sincs sok köze a szeretkezés élményéhez. 2) A determináltság pedig egyenesen az emberi szabadságot tagadja. Ha azt képzeljük, hogy a tudat folyamatai ugyanúgy biológiai szükségszerűségek, mint az emésztésé, hol marad hely a döntésnek és tettnek? Egy ilyen vállalkozás a morál megsemmisítésével fenyeget.²

Ez a két momentum szorosan összefügg. Én-érzetünk ugyanis csak akkor igazán redukálhatatlan, ha tulajdonítunk neki valami szellemi vagy anyagi következményt: ha feltesszük, hogy az én képes cselekedni (dönteni, művelni magát stb.), nem pedig passzív megfigyelő egy biológiai robotban. Ha a redukálhatóság mellett a determináltság is igaz, akkor az én-tudatnak legfeljebb annyi a jelentősége, mint a hullámvasútban az utasoknak: síkíthatnak, nevezhetnek, de hogy ténylegesen mi történik velük, azt egy előre megírt forgatókönyv dönti el. Átélhetik az életet, de az életet nem ők élik; a természeti törvények élnek helyettük.

Szeretném más oldalról is megvilágítani ezt a gondolatot. A redukció-érv jogos, de önmagában nem teljesen releváns: néhány elvetemült tudományfetisiztán kívül talán senki sem gondolja, hogy a tudomány feladata minden más érzékelésmód kiszorítása. Ha csupán a redukció, az egyénietlenítés zavar minket, nehéznek tűnik alapvető kifogásokat találni a kognitív tudományban. Hiszen ha egy új biológiai diszciplína végleg kiszorítaná a tudatfilozófiát, ahogy a csilla-

² A determináltsággal kapcsolatos kifogásokat néha azzal szokták lesöpörni az asztalról, hogy a kvantummechanika már rég bebizonyította, hogy a fizikai jelenségek nem determinisztikusak, és tökéletes modellezésük elvi akadályokba ütközik. A kiszámíthatóság képzete, hangzik ez az okoskodás, egy mechanisztikus világszemlélet öröksége, és a tudomány kritizálására ma már nem alkalmazható. – Eltekintve attól, hogy a tudat és a kvantumfolyamatok közti kapcsolódás pontos megvilágítása alighanem a kognitív tudomány kevésbé kidolgozott területei közé tartozik, ez az ellen-ellenérv azért sem tartható, mert

egy sikeres kognitív tudomány – természettudományos jellege miatt – szükségképpen a predikcióra kell hogy épüljön, még ha ez a predikció részleges is. Noha egy koherens és kiterjedt tudatmodell léte nem jelentené, hogy minden egyes ember viselkedése és gondolkodása pontosan megjósolható, azt igenis jelentené, hogy a gondolkodást természettörvények irányítják, melyekbe maga a természet visz bele zavaró tényezőket, és a tökéletes jóslatok hiányát ez utóbbi körülmény, nem pedig a szabad akarat okozza. A tudatot lefedő törvények léte vagy nemléte számít itt, nem az, hogy konkrét emberek viselkedése előrelátható-e velük.

gászat szorította ki az összes régi kozmológiát, akkor is fennmaradna a kérdés, hogy a gondolkodásnak ez a képe, a molekuláknak ez a rajzása mit jelent nekünk? Az én dimenziója nem tűnik el, csak egyre jobban összezsugorodik, és zsugorodás közben magába szippantja a régi, tudománytalannak nyilvánított tartalmakat. Ahogy az ősi kozmológiák érvényesek maradtak mítoszként, ugyanúgy maradna érvényes a képzelet birodalmában, az önmagására való rákérdezés elobjektívhatalatlan szférájában az összes régi tudatfilozófia. Megmaradnának mint az önművelés eszközei, mint a lélek sportszerei.

Itt lép be a determináltság. A determináltság elve azt mondja: bármi is történik ebben a zsugorodó pontban, a tudatnak ebben a szingularitásában, az pusztán illúzió; látszat-én, mely a tudat egyben tartásáért felelős. A filozófia ennek a nullapontnak a belsejét próbálja (mindhiába) elérni, a tudomány ezzel szemben kilép az illúzióból, s feltár mindent, ami a gondolkodás – és cselekvés – megértéséhez, modellálásához és újratelemzéséhez szükséges. Egy radikális kognitív tudomány a tudat konceptuális uralásának, manipulálásának és létrehozásának isteni pózban ülne tort az összes embertudomány fölött. A tudat alakítható lenne mint a test, eszméket ültethetnénk el és gyomlálhatnánk ki, műtőasztalokra cserélhetnénk az általános iskolákat, és utcára tehetnénk az összes pszichoanalitikust, mert pár gyógyszeres üveg kiváltaná a munkájukat. Egy olyan kognitív tudomány tehát, mely az absztrakt redukciót a kivételesen hatékony modellezéssel kombinálná, valóban olyan gyarmatosító igényekkel léphetne fel, melyek ellen jogosak a kognitív tudomány esélyei ellen-manőverei. Egy ilyen tudomány volna a metafizika valódi destrukciója, és egyben a társadalom- és világalakítás új, minden eddigénél jelentősebb és erőteljesebb eszköze.

De lehetséges-e ez? Minden bizonnyal. Ugyanannyira lehetséges, mint az egyesített

mezőelmélet vagy a rák ellenszere. Ezek közül egyik sem született még meg annak ellenére, hogy „szülőtudományaik” több száz évesek. Kérdés, mennyi joggal várhatunk efféle sosemlátott totális sikert egy olyan pár évtizedes kutatási programtól, mint a kognitív tudomány. A siker lehetőségét azonban, minden kételytől függetlenül, nem tagadhatjuk. A kérdés ekkor az: mit szegezhetünk szembe egy ilyen vízióval?

Mondandóm lényege, hogy ezzel a vízióval nem lehet semmiféle filozófiai érvet szembeszegezni. A filozófia nem tudja bebizonyítani, hogy ilyen tudás nincs, ahogy ötszáz évvel ezelőtt sem tudta volna bebizonyítani a DNS létét vagy nemlétét. A filozófia csak azt mutathatja ki, hogy a kognitív tudomány kutatási programjában egy rejtett teleológia bújlik meg. Ezt a teleológiát próbáltam a fentiekben a felszínre hozni, és gondolati alappilléreit azonosítani. A teleológiák és világmodellek közti választást azonban nem lehet racionálisan egyértelművé tenni. A filozófia nem cáfolhatja, hogy biológiai robotok vagyunk, akiknek minden döntése okozat, öntudatuk pedig – melynek gazdagságáról, álmairól és reményeiről sok ezer év kultúrája szólna – pusztán illúzió, melyet ráadásul manipulálni lehet. Sokkal fontosabb viszont, hogy a filozófia felhívhatja rá a figyelmet, hogyan lép ki a természettudomány egy ilyen valóságkép implicit posztulálásával a saját területéről, és téved öntudatlanul a mítosz területére. Mindaddig ugyanis, amíg a szóban forgó szuperelmélet megérkezik, a kognitív tudomány összes nagy célja pusztán ígéret: nyugodtan mondhatjuk, hogy messianisztikus ígéret. A meglevő (egyelőre igen csekély) eredmények szolgálnak az eljövendő végső válaszok fedezetéül, ám az eljövendő végső válaszokat egyedül a hit alapozza meg. A kognitív tudomány radikális víziójának hit-magja van: ezért képes olyan erős felsőbbrendűségi érzést és cselekvési lendületet gerjeszteni, mint

minden, magát objektíve megalapozottnak vélő hitrendszer.

A kognitív tudomány implicit teleológiájával szemben a filozófia csak saját tudatos kontra- vagy antiteleológiáját állíthatja szembe: a totálisan megmagyarázott vagy kontrollált világgal szemben egy olyan világ képét, ahol van szabad akarat, és az emberiség művészete, gondolkodása és erkölce nem kémiai melléktermék, hanem szuverén formáló erő. A filozófia két dolgot adhat: reményt, hogy így van, s reflektált hitet, hogy így lehet. A filozófiát önreflexiója kényszeríti rá, hogy ne süppedhessen semmiféle végső determináló magyarázatba, de talán épp ez a bizonytalanság, a valóságképek ez a lezáratlansága sugallja, hogy a tudat szingularitására csak rákérdezni tudunk: hogy külső módszerekkel csak üldözni lehet, birtokolni nem.

3. A fentiekben Boros János tanulmányának az 1b pontban elemzett filozófiai ellenérveit próbáltam továbbfejteni. Gondolatmenetem azt a – Boros által gazdag filozófiai példákkal illusztrált – tézist vette alapul, miszerint az emberi tudnak létezik olyan

dimenziója, mely csak a filozófia számára hozzáférhető, a kognitív tudomány számára nem. Ez a tézis tenné lehetővé a két tudományág demarkációját a tudatvizsgálat területén, és önálló értéket adna utóbbiban a filozófiának. Érvelésem annyiban egészítette ki Boros tanulmányát, hogy egy nagyon egyszerű tudatmodellt ütköztetett a kognitív tudomány egy lehetséges radikális stratégiájával, és megpróbálta kimutatni, hogy utóbbiban egy mitikus (zárt világképet posztuláló) teleológia rejlik, olyan megismerési érdek, melynek felülvizsgálatára maga a kognitív tudomány nem biztosít teret. A felülvizsgálat terepe, a filozófia, noha formálisan nem uralható, és előbb-utóbb minden, természettudományos módszerekre áttérő tudományág kiveti magából, aktuális maradhat annak a tudatnak a számára, mely a redukálhatatlanság tudatában építi saját kultúráját.

Kulcsszavak: *kognitív tudomány, elmefilozófia, mesterséges intelligencia, agy kutatás, tudatfilozófia, megismerési érdek, Husserl, Heidegger, Adorno, Horkheimer, Habermas, Th. Nagel*

IRODALOM

- Adorno, Theodor W. – Horkheimer, Max (1990): A felvilágosodás fogalma. In: Adorno, Theodor W. – Horkheimer, Max: A felvilágosodás dialektikája. Gondolat–Atlantisz, Budapest, 19–62.
- Boros János (2004): A kognitív tudomány esélyei. Magyar Tudomány. 11, 1269–1276.
- Habermas, Jürgen (2005): Megismerés és érdek. Jelenkor
- Heidegger, Martin (1994): Tudomány és eszmélődés. In Tillmann József A. (szerk.): A későjűkor józsága

- I. Göncöl, Budapest, 48–68.
- Husserl, Edmund (1998): Az európai tudományok válsága. Atlantisz, Budapest
- Nagel, Thomas (1991a): Brain Bisection and the Unity of Consciousness. In: Nagel, Thomas: Mortal Questions. Cambridge University Press. 147–164.
- Nagel, Thomas (1991b): What Is It Like To Be a Bat? In: Nagel, Thomas: Mortal questions. Cambridge University Press. 165–180.

MIÉRT VAGYUNK MINDANNYIAN KÜLÖNBÖZŐEK? A FENOTÍPUS GENETIKAI KÓDJA

Boldogkői Zsolt

PhD, egyetemi docens, Szegedi Tudományegyetem Általános Orvostudományi Kar
Orvosi Biológiai Intézet – boldog@sb4.szote.u-szeged.hu

Az élet egyik legszembeötlőbb jellemzője a káprázatos változatosság. A klónokat leszá-
mítva minden élőlény egyedi. Az egyedek
közötti különbségek nemcsak a látványos
morfológiai jegyekben nyilvánulnak meg,
hanem a biológiai szerveződés minden
szintjén, a makromolekuláktól a viselkedésig.
Kézenfekvő a kérdés, hogy vajon mi a gene-
tikai háttere az óriási mértékű sokféleségnek.
A kérdésre adott válasz jelentősége túlmutat
azon a kíváncsiságon, amely a genetikai
szerveződés megismerésére irányul. A
genetikai szabályozás algoritmusának meg-
fejtése – többek között – a jövő orvostudo-
mányának kulcskérdése lesz. Akkor leszünk
képesek egy betegséget célzottan és haté-
konyan gyógyítani, ha nem csupán a
hibás működésre koncentrálunk, hanem
figyelembe vesszük a beavatkozás rendszer-
szintű hatásait is. Egy élőlény ugyanis nem
csupán egy alkotórészekkel teledobált
konténer, hanem a részek hierarchikus
kölsönhatásai révén összeállt minőségileg
új egész. Az evolúció mechanizmusának
elméleti tisztázása is annak függvénye, hogy
értjük-e a genotípus* és a fenotípus* kapcsolatát.
A természetes szelekció ugyanis a jellegekre és
a viselkedésre hat, míg az evolúciós változások
a DNS-ben realizálódnak. A paradoxon
feloldáshoz meg kell ismernünk azt a me-
chanizmust, amely révén a genom* a fenotí-
pus kialakulását vezérli.

*A XX. századi genetika paradigmája:
egy gén – egy fenotípus vagy fenotípus
darabka*

Gregor Mendel zseniális kísérletei fedték fel az
örökítő anyag néhány fontos jellemzőjét: diszk-
rét egységekből áll – ma géneknek nevezzük
őket –, egy élőlényben minden génből
két kópia van, melyek lehetnek azonosak
(homozigóta) vagy különbözőek (hete-
rozigóta), viszonyuk szerint pedig lehetnek
dominánsak* vagy recesszívek*. Mendel a
borsó olyan tulajdonságait vizsgálta, ame-
lyeknél egy gén egy változata (allél*) egyér-
telműen hozzárendelhető volt egy bizonyos
fenotípushoz (monogénus öröklődés*). A
borsórendszer egyszerű lehetőséget bizto-
sított az öröklődés törvényszerűségének
megismeréséhez, és úgy tűnt, hogy egy allél
egy bizonyos fenotípus kialakításának nem
csupán szükséges, de elégséges feltétele is.
Más szóval, a mendeli világképben a gének
más génektől függetlenül fejtik ki hatásukat.
A mendeli, ma már kissé redukcionista-
nának tűnő szemlélet bár ellentmond a józan ész-
nek, egészen máig a genetika és az evolúció
elmélet alapparadigmájaként szolgál.

Mendel téziseit több évtizedig Csipkerózsika-
álmukat aludták, mígnem a múlt század fordu-
lója táján három botanikus rá nem bukkant a
porosodó aktákban rejlő közleményekre.
Újrafelfedezését követően a mendeli ge-

netika hosszú évekig vitázott a darwinizmus-sal, míg végül a két gondolatrendszer egyesítésével az 1930-as években létrejött a populációgenetika, az evolúció matematikai elmélete. A populációgenetika alapesete egy olyan kétálléles rendszer, amelyben a két változat túlélési és szaporodásbeli különbsége (fitness*-e) eltérő, és az evolúció nem más, mint a populációk allélgyakoriságainak fokozatos változása az egymást követő generációk során. Nem volt azonban világos, hogy mi tartja fenn a nagyfokú polimorfizmust*, hiszen a „fittebb” allélnek egy idő után ki kellene szorítania a kevésbé alkalmasat. A heterozigóták fölényének feltételezése egy ésszerű megoldásnak tűnt a problémára. Mindezidáig azonban a sarlósejtes vérszegénység* esetét leszámítva, más példával nem szolgált e koncepció. Egy másik gond a fenti elképzelésben az, hogy ha minden génre változatosságot tételezünk fel, akkor elképzelhetetlenül nagy genetikai teher nehezedne egy populációra. A genetikai teher szemléletesen azt jelenti, hogy a szelekció folyamán a kevésbé alkalmas egyedek a fitnessbeli különbségük alapján bizonyos arányban elpusztulnak, kiszelektálódnak. Egy gén esetében ez rendben is volna, ám a genomot alkotó több tízezer génnel és alléljaikkal számolva nagyságrendekkel több egyednek kellene elpusztulnia, mint a populáció összlétszáma. A dilemmát Motoo Kimura (1968) oldotta fel, kimutatva, hogy a genetikai változatok túlnyomó többsége funkcionális szempontból nem különbözik, s rögzülésük a véletlennek, nem pedig a szelekció eredményének köszönhető. Egy másik gond a fitnessökológia paramétereiktől való függetlensége volt, amely hiányosság bár később részben orvoslást nyert, de a matematikai rendszer továbbra is elérhetetlen távolságban áll a valós populációk modellezésétől. A populációgenetika a mennyiségi jellegek* kódolását (poligénes öröklődés*) a szerepet játszó gének additív hozzájárulá-

sával magyarázza: minden gén egy-egy kis „darabbal” járul hozzá egy poligénes jelleg meghatározásához.

A mendeli genetika szemlélete a molekuláris biológiára is óriási hatással volt és van még ma is. A genetikai kutatások jelentős részének célkitűzése még manapság is egy adott génhez egy fenotípus hozzárendelése. A kutatások során két alternatív megközelítést alkalmaznak. Az ún. „előre” (forward) genetika esetében véletlenszerű mutációkat indukálnak egy modellorganizmus genomjában, s a megváltozott fenotípushoz keresik a mutáns gént. A fordított vagy „reverz” genetikai megközelítés esetében egy célzott genetikai változást hoznak létre a genomban (például egy transzgén bevitelével vagy egy gén kiütése révén), majd azt vizsgálják, hogy az hogyan változtatja meg a fenotípust. A kutatás végeredménye mindkét esetben egy gén és egy fenotípus közötti kapcsolat megállapítása. A genetika művelői a gének közötti kölcsönhatásokat általában tapasztalják ugyan a kutatásaikban sőt, névvel is illetik őket (pleiotropia*, episztázis*), ám csak olyan zavaró tényezőknek tekintik, amelyek elfedik vagy összekuszálják a gének tiszta hatását. Az egy gén – egy fenotípus koncepció egy szegénylős paradigma: bár kimondva kínos, kutatva még mindig szalonképes.

Repedések a redukcionista genetika horizontján

Valójában az egy gén – egy fenotípus megfelelés speciális esetekben látszólag fennállhat. Ismerünk olyan genetikailag meghatározott jellegzetességeket (mint például a szemszín, a borsó színe és alakja), amelyeket, bár több gén határoz meg, mégis csak az egyikük változása eredményez jelentős fenotípusbeli különbségeket. Egy gén hibás működése vagy hiánya rendszerint valóban jellemző fenotípust eredményez. Világosan kell azonban látnunk, hogy a mutáns fenotípusból nem következtethetünk a gén valódi funk-

ciójára. A probléma szemléltetéséhez álljon a következő példa. Ha kivesszük egy rádió tranzistorát, akkor az elkezd sípolni, ha visszatesszük, akkor megszűnik a sípolás, s újra halljuk például a Republic együttes egyik klasszikus dalát. Ha következetesen alkalmazzuk a redukcionista értelmezési logikát, akkor arra a konklúzióra kellene jutnunk, hogy a tranzistor funkciója kettős: a sípolás elfojtása és a Republic-szám megszólalása, ami nyilvánvalóan hibás gondolkodás. Ugyanezen a logikai alapon produkál hibás eredményeket a reverz genetika. A hiba mértéke attól függ, hogy mennyire távolodunk el a gén által kódolt fehérje közvetlen funkciójától. A vércsoportok esetén a gén – fenotípus korreláció helyes, hiszen a gén közvetlen termékének varianciáját vizsgáljuk. Ha azonban nagyot ugrunk a szabályozási hierarchiában, és egy gént egy viselkedéssel vagy mentális sajátáshoz rendelünk (például a depresszió, a tanulás, a nyelvtan vagy a beszéd génje), akkor nagy eséllyel esünk a túlegyszerűsítés csapdájába a kapott eredmények értelmezése során. Egy gén működésének kiiktatása ugyanis olyannyira átrendezi sok más gén kifejeződési mintázatát (mikor, hol és mennyi mRNA képződik), hogy lehetetlen kibogozni az okok és okozatok hálózatából a vizsgált gén hatását, sőt, mint látni fogjuk, nincs is értelme egy gén izolált hatásáról beszélni. A redukcionista genetika kutatási attitűdjével az a probléma, hogy a génkiütés hatását csak a feltételezetten érintett struktúrákban vizsgálják, a többi rendszert általában negligálják, vagy ha mégis vizsgálják, akkor annak eredményét elhallgatják; a redukcionista genetika kutatási paradigmájával pedig az a gond, hogy a megközelítés önmagában nagyon gyakran alkalmatlan értelmes kérdésekre való adekvát válaszok adására. Nem véletlen, hogy a különféle biológiai diszciplínák által feltárt tények hatására kételyek ébredtek a géncentrikus felfogás tudományos értékét illetően.

A. A régi gének funkciója nem változik, új gének pedig ritkán keletkeznek

A gének adaptációs evolúciója. A populációgenetika alapfeltevése az, hogy a gének variábilisak, s az egyedek a hordozott gének változataitól függően eltérő mértékben élnek túl és hoznak létre utódokat. E szemléletből az következik, hogy a gének folytonosan tökéletesednek, vagy legalábbis alkalmazkodnak az állandóan változó környezeti kihívásoknak megfelelően. A probléma ezzel a koncepcióval az, hogy a gének kódoló régióiban megfigyelhető változatosság nem eredményez adaptív fenotípusos varianciát, melynek oka az, hogy a változások túlnyomó többsége a kód néma pozícióiban* történik, ami gyakorta nem jár aminosavcserével a kódolt fehérjében. Jóval ritkább az aminosav sorrendben történő változás, de ebben az esetben a kicserélődött aminosavak rendszerint kémiaiailag hasonló karakterűek maradnak, s így a funkciójuk nem változik meg érzékelhetően. Kivételt képeznek a funkcióvesztést vagy csökkent működést eredményező ártalmas mutációk, hiszen ezek valóban változékonyságot produkálnak a gének kódoló szakaszaiban. A funkcióvesztéses típusú mutációk azonban nem járulnak hozzá a populáció adaptív varianciájához, jelenlétük a negatív szelekció* eliminációs folyamatának bizonyos stádiumát jelzi.

Tény, hogy a gének funkciója hosszú idő óta változatlan, amit például azok a kísérletek is bizonyítanak, amelyek során nagyon távoli fajok (ecetmuslica és egér) homológ génjeit* cserélték ki, és a kicserélt gének tökéletesen el tudták látni a feladatukat a másik élőlényben. Létezik néhány kivételt erősítő szabály. Nagy rendszertani egységek között különbséget találtak bizonyos egyedfejlődésben szerepet játszó gének szerkezetében. Egyetlen példát említve: a *Quax-1* gén, ami egy I-es típusú Hox gén*-féleség, nagyon

konzervatív a gerincesekben. A madaraknál azonban egy új domén beépülésével megváltozott a gén funkciója: a gerincoszlop elülső-hátulsó irányú fejlődésének irányítása helyett a központi idegrendszer kialakulásában lett szerepe. Az ilyenfajta genetikai változatosság azonban csak makroevolúciós* jelentőséggel bír, s nem játszik szerepet az egy populáción belüli sokféleség kialakításában. John Fondon és Harold Garner (2004) a kutyafajták két, az egyedfejlődésben szerepet játszó génjének összehasonlítása során azonban potenciálisan mikroevolúciós* jelentőséggel bíró genetikai polimorfizmusról számoltak be. A kutatók a vizsgált gének kódoló szakaszaiban eltérő számú ismétlődő DNS-szekvenciákat találtak, amiből azt a következtetést vonták le, hogy a kutyafajták tulajdonságait az ismétlődő DNS-szakaszok határozzák meg. Az oksági összefüggés azonban nem egyértelmű, s még ha igazak is az állítások, általános érvényességük kétséges. Elgondolkodtató azonban egy hasonló jelenség: jelenleg tizennégy olyan neurológiai betegséget ismerünk (Huntington-chorea, törekeny X kromoszóma stb.), amelyeket trinukleotid ismétlődések okoznak. A betegség kialakulása és mértéke a tripletek számától függ. Összefoglalva: a gének jelen funkciójukat egy fokozatos tökéletesítő szelekció során nyerték el. Ez a folyamat azonban, úgy tűnik, az élet fejlődésének korai szakaszában lezajlott, és jelentősége azóta csekély.

Új gének keletkezése. A genetikai változatosság kialakításának egy másik lehetősége az új gének létrejötte. Ennek legfontosabb módja a gének megkettőződése, majd a keletkezett gének funkciójának szétválása. Precízebben fogalmazva, az egyik gén megtartja az eredeti funkcióját, a másik pedig új feladat elvégzésre válik alkalmassá. Megjegyzem, hogy a duplikációk többsége funkciótlan, ún. pszeudogéneket* produkál. Gének megkettőződésével keletkeztek a gén-családok, s gyanítható, hogy a teljes génkész-

let egy vagy néhány ősi gén duplikációja, majd divergens evolúciója útján jött létre. A genomprogramoknak köszönhetően most már össze tudjuk hasonlítani különböző fajok teljes génkészletét. Az egérgenom 1,2%-a keletkezett viszonylag újonnan, nagyobb DNS-szakaszok megkettőződésével, ami 675 gént érint, az ember genomjának viszont 3,5-5%-a származott újkeletű DNS szegment duplikációkkal (Cheung et al., 2003). Látható, hogy az emberi genom evolúciós szempontból dinamikusabb az egérénél, de nem valószínű, hogy a gének megkettőződése felelne a két faj közötti fenotípusbeli különbségekért. Egy másik nagyon fontos génképződési mód az exonok* keveredése, ami fehérjeszinten a doménok* kombinálódásának felel meg (Patthy, 1999). Ma már bizonyítékok sora támasztja alá, hogy a mozgékony genetikai elemek különösen fontos szerepet játszottak a multidomén-szerkezetű, az extracelluláris kommunikációban szerepet játszó fehérjék evolúciójában. Egyes feltételezések szerint az exonkeveredés a gerincesek evolúciójának legfontosabb innovációs forrása (Patthy, 2005). A muslica (*D. melanogaster*) és az ember genomjának összehasonlítása azt a döbbenetes tényt tárta fel, hogy az emberi fehérjékben azonosított domének 90 %-a megtalálható a muslica fehérjeiben is. A fentiek arra engednek következtetni, hogy az evolúció inkább sokszorozza és kevergeti a genom funkcionális egységeit ahelyett, hogy *de novo* újdonságokat hozna létre. Egy további elképzelés szerint a gének komplementer számai az új gének képződésének potenciális forrásai, de ez a hipotézis enyhén szólva vitatott (Boldogkői et al., 1995; Boldogkői, 2000). Új gének származhatnak más fajokkal történő géncsere útján is (horizontális géntranszfer*), mely stratégia elsősorban a vírusokra és a baktériumokra jellemző. A prokarioták világában óriási géncsere-piac létezik, amely igen gyors evolúciót tesz lehetővé. Például a közönséges bélbaktérium (*E. coli*)

velünk szimbiózisban élő változatának 518 olyan génje van, amelyek ugyanezen faj vadttípusú törzséből hiányoznak. Viszont a vadttípusú törzs 1387 olyan gént tartalmaz, ami az ártalmatlan rokonának DNS-ében nem fordul elő. A többsejtű szervezetek is képesek horizontális génszerzésre, például genomba integrálódó vírusok segítségével. Egyes feltételezések szerint a gerincesek genomjában 223 gén bukkant fel vírusokkal történt találkozás nyomán. A kutatók többsége azonban szkeptikus e hipotézissel szemben. A horizontális géntranszfer valószínűleg elhanyagolható szerepet játszik a multicelluláris szervezetek evolúciójában.

A genetikai információ evolúció folyamán történő módosulásának egy további célpontja az intronok* alternatív kivágása (splicing) lehet. Példaként említem, hogy az ember genomjának 60 %-áról többféle géntermék képződik, egy gén átlagosan 2,6-féle mRNS-t kódol. A mechanizmus potenciális evolúciós jelentőségét a fajok transzkriptomjainak* alaposabb megismerése fogja majd megerősíteni vagy elvetni.

Összefoglalva, a magasabbrendű élőlények genetikai alapkonnstellációja meglehetősen stabilnak tűnik, még nagy evolúciós távolságok viszonylatában is. Ráadásul a fenotípusos komplexitás sem nagyon függ össze a genetikai komplexitással. Gondoljunk csak arra, hogy a százbillió sejtből álló ember génjeinek száma kétszerese sincs a 959 sejtből álló fonalféregének. A fentiek azt sugallják, hogy a fenotípusos változatosság kulcsa inkább a genetikai szoftverben (a működés programja) keresendő, mintsem a hardverben, azaz a gének számában és minőségében vagy esetleg a genom méretében.

B. Változékonyság a szabályozó szekvenciákban

Sokáig egyeduralgó volt az a nézet, hogy a fenotípusos polimorfizmus a gének kódoló régiójának variációjára vezethető vissza. Az

újabb adatok azonban egy másfajta összefüggésre utalnak. J. Claiborne Stephens és munkatársai (2001) és Matthew Rockman és munkatársai (2002) az ember több génjét vizsgálták meg, és nagyfokú variációt találtak a szabályozó régiókban. Christopher R. Cowles és munkatársai (2002) beltenyésztett egértörzsek számos génjének szabályozó régióit vizsgálták, s jelentős genetikai variációt találtak, amelyek egy jó része génexpresszióbeli különbséggel is járt. Más fajok regulációs szekvenciái is nagyfokú variációt mutatnak. Jól ismert példa, hogy az európai emberek többsége, ellentétben az ázsiaiakkal, felnőtt korban is tudja hasznosítani a tejcukrot, ami nyilvánvalóan a tejcukorbontóenzim két rassz közötti szabályozásbeli különbségével magyarázható: a csecsemőkor után megmaradó, illetve megszűnő génexpresszióval. Mikroevolúciós szempontból csak a fajon belüli variabilitás számít, de az evolúciós folyamatok megértéséhez hasznos információkkal szolgálhat a rokon fajok szabályozó szekvenciáinak összehasonlítása is. Nos, ezek a kutatási eredmények is arra utalnak, hogy a génkifejeződés szabályozása alapvető szerepet játszik az evolúcióban (Boldogkői, 2004). A szabályozó szekvenciák funkcionális polimorfizmusát azonban nem egyszerű vizsgálni, aminek oka többértű. Egyrészt, jóval kevesebb szekvencia-információ áll rendelkezésre a gének közötti régiókról, mint a gének ún. strukturális részeiről, amelyek az mRNS-ek képződését kódolják. Megjegyzem, hogy az ember genomjának csak 1,5 %-át alkotják gének, a gének expresszióját szabályozó szekvenciák zöme a gének közötti DNS része, olykor nagyon messze a gén strukturális részétől. Másrészt nagyon nehéz felbecsülni e szekvenciákon belül a báziscserék hatását a gének expressziójára. A ciszszabályozó elemek egymástól és a szabályozott géntől való távolsága, vagy az elemek száma, milyensége szintén nehezen megállapítható hatást gyakorolnak a gének

működésére. Sőt, a kromatinszerveződés és az epigenézis* hatása a génexpresszióra tudásunk jelenlegi szintjén gyakorlatilag megjósolhatatlan.

Lényegében tehát egyre több adat mutat arra, hogy a génexpressziót szabályozó DNS-szekvenciák variációja fontos szerepet tölt be a fenotípusos változékonyság kialakításában. Ha helytálló a fenti következtetés, akkor kell, hogy a genetikai szabályozás a természetes szelekció célpontja legyen.

C. Génhálózatok

A génkiütéses (knock-out) technikákkal készített egereknél gyakori eset, hogy a várt fenotípus nem jelenik meg, vagy egészen más lesz, mint amit a kiütött gén funkciójának ismeretében megjósoltak. A knock-out egerek vizsgálata világított rá arra, hogy egy gén inaktíválása változást idéz elő más gének működésében is. A knock-out irodalom kompenzációs hatásoknak nevezi e változásokat, azt sugallván, hogy az ép gének, legalábbis részben, átvesszik a sérült gén szerepét. Véleményem szerint ez a nézet erős részükét a génkiütés hatására végbemenő folyamatoknak. A létrejövő változások nem feltétlenül a genetikai rendszerek stabilitását szolgálják. Az inaktívált génnel funkcionális kapcsolatotban álló többi gén expressziós szintje egyszerűen csak megváltozik, akár nem adaptív módon is. Sőt, mivel a kiütött gén hiánya az embrionális fejlődés kezdetétől befolyásolja az élőlény fejlődését, a nem-kapcsolt rendszerek működése is megváltozhat. A muslica és az egér korai embrionális fejlődése jól ismert. Az egyes transzkripciós faktorok egy jól időzített menetrend szerint egymást serkentve vagy gátolva vezérlik az egyedfejlődés menetét. Egy szignáltranszdukciós* kaszkád is egymással rögzített szabályok szerint kölcsönható komponensekből áll csakúgy, mint az anyagcseréutak enzimjei vagy az agy biokémiai komponensei. A helyzet az, hogy a szervezetet behálózó biokémi-

ai/genetikai folyamatok szereplői közötti kölcsönhatások nem egyenletesen oszlanak el, hanem erős csoportosulási hajlamot mutatnak. A különböző élettani folyamatokat funkcionálisan kapcsolt gének csoportja irányítja, melyeket génhálózatoknak nevezünk. Egy génhálózat működése nem magyarázható a komponensek egyedi hatásainak összegződésével. A génhálózatnak az alkotórészeihez képest új, önálló, rendszerszintű sajátosságai vannak. Megfigyelések sora mutatja, hogy génhálózatok evolúciós szempontból is egységként viselkednek. Az ontogenezis irányításában részt vevő genetikai hálózatok nagyfokú stabilitást mutatnak, még nagy evolúciós távolságok esetén is, ami azonban „csupán” annyit jelent, hogy a rendszer elemei szekvenciálisan, s néha génexpressziós szinten is viszonylag konzervatívak. A működésükben azonban nyilvánvalóan különbségek vannak, amit az élőlények óriási változatossága bizonyít. Vannak példák a génhálózatok összetételében történő evolúciós változásra is. David Keys és munkatársai (1999) bizonyították be, hogy a lepkék szárnyának foltozottság-mintázatában történő változatosság mögött egy korai egyedfejlődésben szerepet játszó génhálózat átrendeződése rejlik. A feltételezés szerint egy vagy két, eredetileg más funkcióval rendelkező génnek a génhálózatba való bekerülése okozta a szárny mintázatának átrendeződését. François Spitz és munkatársai (2001) kimutatták, hogy a négy lábú gerincesek lábának evolúciós fejlődésében nagyon fontos szerepet játszottak a Hox gének szabályozó régiójába beépült lábspecifikus regulációs elemek. Az evolúciós fejlődésbiológia témaköréből felhozott fenti és más példák azt mutatják, hogy az evolúció hozott anyagból dolgozik: új komponensek előállítása helyett inkább a meglévők közötti kapcsolatok permutálásával produkál újdonságokat.

Összefoglalva, egyre nő a felismerés, hogy a funkcionális rendszereket nem lehet

egyszerű génhatások összegződésére redukálni. A génhálózat tagjainak több szinten történő kölcsönhatásai minőségileg új, rendszerszintű tulajdonságokkal ruházzák fel a génhálózatot. A posztgenom éra legfontosabb feladata a génhálózatok működési mechanizmusának feltárása.

Posztmodern szintézis

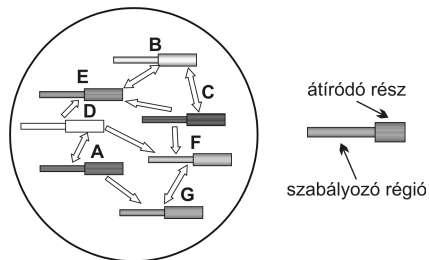
A populációgenetika a mendeli genetika és az evolúcióelmélet összehasonlítása révén jött létre. E (klasszikus) neodarwinizmusnak nevezett nyomulás eleinte nem aratott osztatlan sikert az ún. naturalisták körében, akik inkább a kövületekkel, a fajképződéssel és a nagyobb evolúciós lépésekkel foglalkoztak. A múlt század közepe tájékán fogtak kezdet a két irányzat képviselői. Megegyeztek abban, hogy a populációgenetikai összefüggések alapján megmagyarázható az evolúció teljes horizontja, a mikroevolúciótól a fajképződésen át a makroevolúcióig. A paktum neve „modern szintézis” lett, amely felfogás az egy gén – egy fenotípus vagy az egy gén – egy fenotípus-„darabka” elven alapuló genetikát az evolúció kizárólagos és teljeskörű magyarázatára alkalmaznának találta. Bár a szintetikus evolúcióelméletet támadások lankadatlan sora érte különböző irányzatok (neutrálizmus*, punktualizmus* stb.) részéről, az elmélet az antitézisek magába olvasztásával mégis túlélte a kihívásokat, s megteremtette a jelen evolúciós világképét, amit modern neodarwinizmusnak nevezünk.

A szelekció egysége az egyed. Csakhogy az egyed genetikailag túlságosan komplex, ami miatt nem alkalmas matematikai modellezésre. Az egyszerűség kedvéért a populációgenetikusok az egyedet egy génnel reprezentálják. Sajnos, a kutatók túl komolyan vették ezt a megfeleltetést, s a gént valódi szelekciós egységként kezelték, ami helytelen irányba vitte el mind a molekuláris genetikai, mind az evolúciobiológiai kutatások fókuszát. Jóval realisabb, ha egy bizonyos

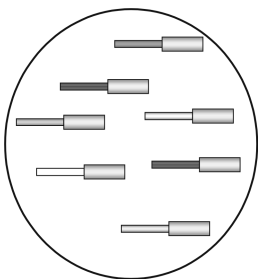
fenotípust és/vagy élettani folyamatot tekintünk a természetes szelekció célpontjának, s az azt kódoló génhálózatot a szelekció egységének. A korrekt helyzetértékeléshez hozzátartozik az a megjegyzés, hogy kutatni csak azt lehet, amihez adottak a technikai feltételek. Sok gén együttes expressziójának vizsgálata csak az utóbbi évek technológiai (funkcionális genomika*, proteomika*) fejlődése következtében vált lehetségessé.

A. Dinamikus génhálózatok

A szabályozó régiók variációjának és az életfolyamatok génhálózatok általi koordinálásának felfedezése egy újabb szintézis lehetőségét vetíti előre. Véleményem szerint e szintézis elméleti alapját a genetikai variáció újfajta értelmezése adja meg. Mint szó volt róla, a gének kódoló szakaszai rendkívül ritkán produkálnak adaptív genetikai variációt egy populáción belül. Ezzel ellentétben, úgy tűnik, hogy a gének szabályozó szekvenciáiban nagyfokú, fajon belüli változékonyság van. Csakhogy az egyedi gének expressziója önmagában nem szolgál elégséges magyarázattal egy biokémiai folyamat vagy egy fenotípus konkrét megjelenésére, mivel a gének, termékeiken keresztül, génhálózatokat alkotva kölcsönhatásban állnak egymással (1. ábra).



1. ábra • Egy génhálózat komponensei kölcsönhatásban állnak egymással. A génhálózatot alkotó gének egymással hierarchikus, térben és időben elkülönülhető kölcsönhatások hálózatát alakítják ki. Térbeli elkülönülés esetén mediátorok (idegi impulzus, hormonok stb.) közvetítik a hatásokat.



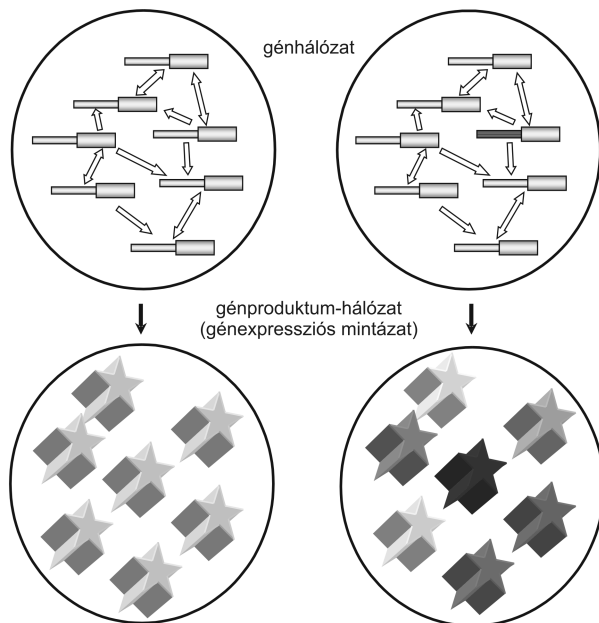
2. ábra • Egy populációban a gének ciszszabályozó régiói polimorfizmust mutatnak. Egy adott ciszszabályozó régióvariáns identitásának megállapítása nem egyszerű, mert a genetikai változás génexpresszióra való hatását, illetve a hatás mértékét körülményes meghatározni.

E tényekből kézenfekvő a következtetés, hogy a fenotípusos polimorfizmus forrása a génhálózatok variabilitása, amit a génhálózatot alkotó gének szabályozó régióinak varianciája hoz létre (2. ábra).

Tehát a génhálózatok nemcsak makroevolúciós léptékben lehetnek az evolúció egységei, hanem sokkal mélyrehatóbban, a populációk genetikai változékonyságáért

szinte kizárólag ők a felelősek. Nézzük meg az új szintézis egy lehetséges változatát.

A gén–allél analógiájaként nevezzük génhálózat–alléleknek az egy populációban fellelhető génhálózat–változatokat. Egy génhálózat allél akkor különbözik egy másiktól, ha legalább egy komponensének a szabályozó szekvenciájában génexpresszió–változást okozó eltérés van. A fogalmat nem lehet tökéletes pontossággal definiálni, mert nem tudjuk objektíven megadni azt a legkisebb változást a génkifejeződésben, amitől már külön allélként kell kezelnünk az adott génhálózat–variánst. Egy génhálózat–variáns létezhet ténylegesen egy jelen idejű populációban (realizált génhálózat–allél), vagy csak potenciálisan, a populáció génvariánsainak elméleti összekombinálásával (rejtett génhálózat–allél), amit a szexuális reprodukció realizálhat egy elkövetkező generációban. Egy gén téridőbeli expressziós mintázatát nem csupán a saját ciszszabályozó szekvenciái határozzák meg, hanem a hálózat többi tagjának expressziós mintázata is. Egy leegyszerűsített helyzetet mutat be a 3. ábra,

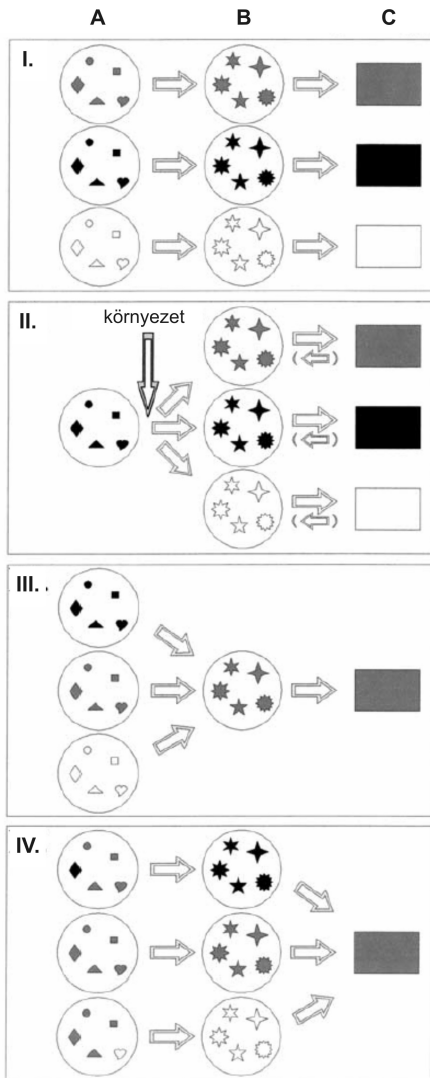


3. ábra • Egy génhálózat egyetlen elemének (egyik gén ciszszabályozó régiójának) megváltozása hatással van a többi komponens expressziós mintázatára is. Mint az ábrán látható, egy gén ciszszabályozó régiójának hipotetikus megváltozása a génhálózat globális expressziós mintázatára hatással van. Az egyforma árnyalatok nem jelentenek identitást, csupán a szemléletesség kedvéért ábrázoltam a kiindulási állapotot azonos árnyalatokkal.

ahol egyetlen gén szabályozó szekvenciájának megváltozása a hálózat többi génjének kifejeződésére is hatással van. A hatások lehetnek közvetlenek (például transzkripciós faktorok révén) vagy közvetettek. A géntermékek kölcsönhatásai nem mindig DNS-szinten koordináltak, s gyakran nem is járnak transzkripcióbeli változással (például a fehérjék foszforilációja útján történő szabályozás). A hatásoknak idődimenziójuk is van,

azaz vannak gének, melyek kifejeződése megelőzi más génét. A programozott időbeliség főként az egyedfejlődésben szerepet játszó hálózatokra jellemző. A kölcsönhatások lehetnek egyenrangúak vagy hierachikusak, illetve egyes komponensek hatása egy tetszőleges jellegre markánsabb, mint másoké.

A génhálózatok varianciája okozhat génexpresszióbeli és fenotípusos variáciát (4/1. ábra). Egy adott génhálózat-allél a környezet hatására megváltoztathatja a génexpressziós mintázatot, amint az jellemző az idegrendszer működésére, de nem az egyedfejlődési programokéra, melyek nagyfokú rugalmatlanságot mutatnak. Az interakcionista filozófia (Popper – Eccles, 1986) szerint a fenotípus (tudat) visszahat az idegsejtek működésére, ami a génexpresszió szintjén is megnyilvánulhat (4/2. ábra), ha a hipotézis igaz. Egy génhálózat ellenállhat a genetikai variancia megnyilvánulásának a génexpresszió vagy a fenotípus szintjén (4/3. és 4/4. ábra). Az egyedfejlődés génhálózatainak nagyfokú konzerváltsága nem jelenti a génexpressziós szintű változatlanságot (bár néha igen!), s főként nem a fenotípus változatlanságát; alig észlelhető expressz-szióbeli változások óriási fenotípusos változást képesek okozni.



4. ábra • A génhálózatok az expressziós mintázatokon keresztül határozzák meg a fenotípust. Az ábra a genotípus (génhálózat-allél; A sor), a génexpressziós mintázat (génproduktum allél; B sor) és a fenotípus (C sor) közötti kapcsolati lehetőségeket mutatja. 1. Egy adott génhálózat-allél egyértelműen meghatározza a génproduktum-allélt, az pedig a fenotípust. 2. Egy adott génhálózat-allél többféle génexpressziós mintázatot és fenotípust hozhat létre eltérő környezeti inputok hatására. A fenotípus speciális esetekben visszahat az expressziós mintázatra. 3. Eltérő genotípus azonos expressziós mintázatot hoz létre különböző beépített stabilizáló mechanizmusok révén. 4. A fenotípus stabil lehet variábilis genetikai és génexpressziós mintázatok esetében is.

A génhálózatok polimorfizmusa két szempontból is dinamikus. Egyrészt, a gének hatásukat dinamikusan szabályozott kölcsönhatásláncon keresztül fejtik ki. Másrészt egy adott génhálózat genetikai összetétele a szexuális szaporodás keverő hatásának (rekombináció*) eredményeként folytonos változásban van a populáció élete folyamán. Vizsgáljuk meg, hogy milyen koncepcióbeli felfogás van a génközpontú és a génhálózat-centrikus felfogás között (1. táblázat). Míg a dinamikus génhálózat koncepció szerint a gének közötti kölcsönhatások az élő rendszer lényegét alkotják, a mendeli és a modern genetika, legalábbis kutatási metodikájában eltekint ettől a tényről. Egy fenotípus kialakításáért rendszerint nem egyedi gének vagy összegződő egyedi génhatások felelősek, hanem egy génhálózat. Az egyedfejlődés érdekessége, hogy bár dinamikus természetű transzkripciós kaskádok irányítják, mégis rendkívül ellenálló a környezeti hatásoknak. Gondoljunk csak az egypetűjű ikrekre, akik még idős korukban is szinte megkülönböztethetetlenek. Néhány faj esetében az ontogenezis kritikus szakaszában a környezet hatása az, ami szelektál az alternatív fejlődési útvonalak közül. Ilyen például a nemi meghatározottság mechanizmu-

sa egyes halfajok vagy a méhek stb. esetében. A jellemző azonban az egyedfejlődési programok nagyfokú rugalmatlansága. Ezzel ellentétben az emlős agy jelentős mértékű plaszticitással rendelkezik, azaz rugalmasan reagál a változó környezeti hatásokra, s gyakorlással könnyen elsajátítja az adaptív reagálási sémákat a külső hatásokra. A klasz-szikus felfogás alapján nem lehet magyarázni a plaszticitás genetikai/biokémiai mechanizmusát. A dinamikus génhálózat hipotézis értelmében viszont igen: a környezet a génexpressziós mintázatokra hat. Tehát a plasztikus génhálózatok esetében a génexpressziós mintázatokat nemcsak a ciszszabályozó régiók varianciája és a géntermékek kölcsönhatásai határozzák meg, hanem a belső és külső környezet is. Egy génhálózat működését nem érthetjük meg egy pillanatfelvétel alapján. Ismemünk kell az előző történeteket is. Ezt legjobban az öszvér esetével lehet szemléltetni. Az öszvér kinézetét döntően a kanca határozza meg (amely szerint ló- vagy szamár öszvérről beszélünk) az ún. anyai hatás* útján, melyek kivitelezését a petesejtben levő transzkripciós faktorok végzik. Tehát az azonos genetikai háttér ellenére is a kiindulási feltételek eltérősége (ló vagy szamár petesejtcitoplazma) végigvonul az egyedfejlődésen,

Fogalom	Mendeli és modern genetika	Dinamikus génhálózat koncepció
Gének közötti kölcsönhatás	Nincs, vagy zavaró hatású	Alapvető
A fenotípus genetikai háttere	Egy gén – egy fenotípus vagy fenotípus-darab	A fenotípus génhálózatok által kódolt
Létrehozható-e a szex fenotípusos újdonságokat?	Monogénes öröklődés esetében nem; ooligénes öröklődésnél: átlagoló hatás	Igen, s ez az ivaros szaporodás lényege
Elképzelés egy fenotípus nem-genetikai mechanizmusára	Nincs	A környezet hatással van a génexpresszióra
Az anyai hatás következményei az embriogenezisre láthatja	Nincs	Egy génhálózat korai állapotának megváltozása más pályára áll a génhálózatot

1. táblázat • A genetika fogalmai a dinamikus génhálózat hipotézis fényében

Fogalom	Populáció-genetika	Önző génhálózat koncepció
A természetes szelekció genetikai forrása	Variancia a kódoló szekven- ciákban (esetleg a ciszszabá- lyozó régiókban)	Variancia a génhálózatokban, melyet a komponensek szabályozó szek- venciáinak változékonysága produkál
A természetes szelekció célpontja	Jellegek, melyeket vagy egy, vagy több gén összeadódó hatása kódol	Génhálózatok által kódolt jellegek
Az evolúciós változás egysége	Gének	Génhálózatok
A természetes szelekció eredménye	A génvariánsok differenciális „továbbélése”	A génhálózatok genetikai összetéte- lének változása generációk során
A fitness fogalma	Alapvető	Nem lehet operatíván használni
A genetikai variáció eredete Génevolúció jelentősége	Mutáció Alapvető	Mutáció, ivaros szaporodás Az utóbbi évtízmilliókban marginális
A gének koevolúciója	Elméletidegen	Alapvető
A populáció adaptív variációjának mértéke	Feltételezve: nagy, valójában kicsi, de inkább semmilyen	Óriási
Rejtett fenotípusos variáció	Recesszív allélok	Rejtett génhálózat-allélok
Mennyiségi jellegek	Egyedi génhatások összege	Génhálózatok kódolják
Az ivaros szaporodás szerepe	A függetlenül megszerzett kedvező tulajdonságok összekerülése	Ugyanaz, és új fenotípusok generálása
Fitness-optimum, fitness-völgyek és -hegyek	Alapvető	Nem léteznek
Genetikai teher	Probléma	Nincs értelme
Szelektív párválasztás	Az allélok nem egyenletes eloszlása	Csökkenti a varianciát
Kapcsolt egyenlőtlenség	Az allélok nem egyenletes eloszlása	Csökkenti a varianciát
Új mutációk nélküli evolúció	Kis lépések	Potenciálisan jelentős lépések

2. táblázat • Az evolúció-elmélet fogalmai az önző gén hálózat hipotézis fényében

s óriási morfológiai, viselkedésszerű és egyéb eltéréseket okoz. A példa kitűnően igazolja a dinamikus génhálózat elképzelést.

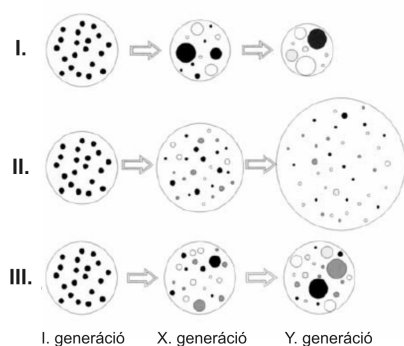
B. Önző génhálózatok

Richard Dawkins önző gén-elméletének (1976) analógiájára önző génhálózat-hipotézisnek neveztem el azt a felfogást, mely szerint a természetes szelekció célpontjai nem gének, hanem olyan fenotípusos jegyek, amelyeket

funkcionális géncsoportosulások határoznak meg. A hipotézis szerint a természetes szelekció nyersanyagát nem az egyedi gének kódoló és regulációs szekvenciáinak variációja biztosítja, hanem a génhálózatok populáción belüli változékonysága, melyet a hálózatot alkotó gének ciszszabályozó régióinak varianciája produkál. A szabályozó régiókban való különbségek a géntermékek egymásra hatásának következtében a gén-

hálózat génexpressziós mintázatában okoznak változékonyságot. Nézzük meg, milyen egyéb következményei lesznek a fenti koncepciónak az evolúciót illető felfogásunkban (2. táblázat). A természetes szelekció eredménye nem egy adott allél fixálódása, hanem a génhálózat folyamatos átstrukturálódása. Továbbá nem létezik a fitnessmaximum által meghatározott célszalag, mely felé a populáció genetikai struktúrája gravitál, aminek oka a génhálózat komponenseinek igen nagyszámú kombinálási lehetősége. Az azonban elképzelhető, hogy hasonló fenotípust eredményező génhálózat-allélok pozitív szelekció alatt állnak, s a véletlenszerű folyamatok közreműködésével bizonyos morfológiai jegyek válnak uralkodóvá egy populációban vagy egy szubpopulációban. A folyamat azonban nem modellezhető a jelen populációgenetikai eszközökkel, ahol egy allél identitása abszolút és nem statisztikai értelemben definiált. Nincsenek Wright-féle fitness-völgyek és hegvek, és nincs genetikai teher* sem. Az ivaros szaporodás is új értelmet nyer a génhálózat-centrikus felfogásban. A monogénes öröklésű rendszerekben a szex nem játszik szerepet a genetikai variáció generálásában, a variáció előállítása kizárólag a mutáció feladata. A klasszikus felfogás szerint a szaporodás a különböző egyedekben létrejött független kedvező mutációk összegyűjtésében játszik szerepet, amellet persze, hogy produkálja a generációkat az evolúciós rosta számára. A szaporodás egyedül a mennyiségi jelek esetében hoz létre fenotípusos változékonyságot, ami rendszerint a szülői tulajdonságok utódban való átlagolódását jelenti. Az önző génhálózat hipotézis szerint a szexuális reprodukció már genetikai szinten is (új génhálózat-allélok) újdonságokat hoz létre, azáltal, hogy összekeveri a génhálózat komponenseit. Az új genetikai kombinációk fenotípusos újdonságokat is létrehozhatnak. E hipotézis szerint új mutációk nélkül is jelentős evolúciós

lépések tehetők pusztán a szaporodás és a szelekció és/vagy a véletlenszerű folyamatok (üvegnyakhatás*, genetikai sodródás* stb.) által. A genetikai anyag nagyfokú keveredése, úgy tűnik, hogy szétzilál minden evolúciósan kedvező összetételű génhálózatot. E tendenciának a következő tényezők állhatnak ellen: a génhálózat egyes tagjai egymás közelében helyezkednek el a kromoszómán, vagy evolúciója során egy faj gyakran szűkül le kis egyedszámmra véletlen vagy szelekció következtében.



5. ábra • Génhálózatok evolúciója. Az egyszerűség kedvéért a realizált génhálózatok egyforma arányban vannak jelen. Az előfordulási gyakoriságot a körök nagysága jelzi. **I.** Evolúció új mutáció nélkül. A szaporodás új génhálózat-variánsokat produkál (körök árnyalatával reprezentálva). A szelekció és a véletlen hatások csökkentik a variánsok számát azáltal, hogy bizonyos ciszszabályozó régióvariánsok eliminálódnak. A génhálózat-allélok előfordulási gyakorisága (körök nagyságával jelölve) is változhat. **II.** Evolúció szelekció és véletlen hatások nélkül. A mutáció hatására növekszik a génhálózat-allélok száma. **III.** Evolúció szelekcióval, genetikai sodródással és mutációval. Mivel a génhálózat-allélok száma jóval nagyobb a bemutatottnál, egyes génhálózat-variánsok nem rögzülnek, kivéve, ha a populáció a véletlen és/vagy nagyon erős szelekció hatására egy-két egyedre szűkül. Ugyanezen hatások enyhébb formában hasonló génhálózat-allélok egy populációban való kizárólagos előfordulását okozhatják. E folyamat egy fajra jellemző jellegzetes tulajdonságok kialakulását eredményezheti.

Összefoglalás

A fenotípust nem izolált gének egyedi hatásai alakítják ki, hanem génhálózatok, autonóm genetikai rendszerek. Az utóbbi évek technológiai fejlődése ma már lehetővé teszi a genom szintű génexpresszió és a génhálózatok viselkedésének vizsgálatát. A génhálózatok szinte korlátlan változatossága újszerű magyarázattal szolgál a szintén korlátlan fenotipikus változékonyságra. Lényegében tehát: bár bizonyos morfológiai vagy funkcionális újdonságok a génfunkció megváltozása vagy új gének keletkezése (duplikáció vagy doméncsere által) útján jöttek létre az evolúció során, ezek az események viszonylag ritkán mentek végbe, és semmiképpen sem képezik a populációk fenotípusos változékonyságának genetikai alapját. Véleményem szerint a génhálózatok expressziós szintű variabilitása felelős a természetben megfigyelhető változékonyság elsöprő hányadáért.

SZÓTÁR

allél: egy gén olyan változata, amely a többitől megkülönböztethető
anyai hatás: a petesejt citoplazmájában lévő anyagok (főleg RNS és fehérjemolekulák) hatása az egyedfejlődésre
domináns allél: egy kópiában is kifejti a hatását
domén: egy fehérje önálló funkcióval rendelkező szakasza
epigenezis: olyan öröklődő jelenség, amely nincs közvetlen összefüggésben a DNS változásaival
episztázis: olyan, a fenotípusban megnyilvánuló jellegzetesség, amely alapja a különböző gének közti viszony eredményeként alakul ki
exon: a DNS azon szakasza, amely az érett mRNS-ben képviselve van
fenotípus: egy egyed morfológiai, élettani és viselkedésszerű tulajdonságai, melyet a környezet és a genetikai állomány együttesen alakítanak ki
funkcionális genomika: technikai megközelítés, amely sok gén együttes expresszióját vizsgálja

Ha értjük a fenotípusos variáció genetikai alapjait, akkor értjük a genetikai szabályozást, a szubcelluláris folyamatoktól az egyedfejlődésen keresztül a magasabbrendű idegműködésig, s értjük, hogy az evolúció milyen egyszerű fondorlatokkal ér el rendkívül komplex adaptív genetikai változásokat. Ha értjük a fentieket, az oltani fogja önmegismerésünk filozófiai szomját, és segít majd legyőzni a testi nyomorúságainkat. Egy rendszerelvű medicina érteni fogja egy beavatkozásra adott válasz rövid és hosszú távú hatásait, és egyedi megoldásokban lesz képes gondolkodni egy adott gyógymód konkrét személyre való alkalmazásában.

Köszönettel tartozom Szabad Jánosnak értékes javaslataiért.

Kulcsszavak: *fenotípus, génhálózatok, genotípus, mendeli genetika, populációgenetika*

genetikai sodródás: a véletlen hatása a populáció genetikai összetételére
genetikai teher: a fitness olyan csökkenése, amely az előnytelen hatású mutációkból ered
genom: valamely faj egyszeres örökítő állománya; egy kromoszómagarnitúrában lévő örökítő anyag összessége
genotípus: valamely élőlény genetikai tartalma, egy egyed génkészlete
homológ gének: különböző fajok genomjában előforduló azonos eredetű gének
Hox gén: a gerincesek antero-posterior polaritásának meghatározásért felelős gén
intron: a DNS azon szakasza, amely az érett mRNS-ben nincs képviselve, mert a pre-mRNS-ből annak érése során kivágódik
makroevolúció: (1) magasabbrendű taxonok evolúciója; (2) evolúciós újdonságok létrejötte
menyiségi jelleg: több gén által meghatározott, normális eloszlást mutató tulajdonság (ún. poligénikus jelleg)
mikroevolúció: egy populáción belül zajló gén-gyakoriság-változás

monogénis öröklődés: olyan fenotípus öröklődése, amelyet egy gén alléljai határoznak meg
negatív szelekció: a szelekció olyan típusa, amely kiküszöböli az előnytelen hatású mutációkat
néma pozíció: a genetikai kódok azon (harmadik) pozíciói, amelyek megváltozása nem jár aminosavcserével
paradigma: egy diszciplína általánosan elfogadott nézete
pleiotropia: egyetlen mutáció szerteágazó következményei
poligénis öröklődés: több gén által kódolt mennyiségi jellegek öröklődése
polimorfizmus: genetikai vagy fenotípusbeli sokféleség
proteomika: technikai megközelítés, amely egyszerre sok fehérjeféleséget vizsgál
pszepudogén: valamely gén duplikációval képződött, nem funkcióképes változata
recesszív allél: csak két kópiában fejt ki a hatását (kivéve, ha az adott gén csak egy kópiában van jelen)

regulációs elemek: a regulációs régiókban elhelyezkedő rövid, konszenzus szekvenciák
regulációs régiók: a génműködést szabályozó szakaszok: promoterek, enhancerek és szilencerek
rekombináció: kromoszómaszegmentek cseréje az apai és anyai eredetű homológ kromoszómák között
sarlóssejtes vérszegénység: egy hemoglobin génben bekövetkezett mutáció hatására a vörösvértestek sarló alakúak lesznek; a heterozigóták ellenállóbbak a maláriával szemben, mint azok, akik nem hordozzák a mutáns allélt
szignál transzdukció: egy külső szignál hatására a sejtben beinduló többlépcsős biokémiai/genetikai folyamat, melynek során a sejt működése megváltozik
transzkriptom: egy genomhoz tartozó összes mRNS
üvegynek-hatás: a populáció genetikai változékonyságának beszűkülése az egyedszám jelentős csökkenése nyomán

IRODALOM

- Boldogkői Zsolt – Murvai J. – Fodor I. (1995): G and C Accumulation at Silent Positions of Codons Produces Additional ORFs. *Trends in Genetics*. **11**, 125–126.
- Boldogkői Zsolt (2000): Coding in the Noncoding DNA Strand: A Novel Mechanism of Gene Evolution? *Journal of Molecular Evolution*. **51**, 600–606
- Boldogkői Zsolt (2004): Gene Network Polymorphism Is the Raw Material of Natural Selection – The Selfish Gene Network Hypothesis. *Journal of Molecular Evolution*. **59**, 339–356.
- Cheung, Joseph – Wilson, M. D. – Zhang, J. – Khaja, R. – MacDonald, J. R. – Heng, H. H. Q. – Koop, B. F. – Schere, S. W. (2003): Genome Biology in the Mouse Genome. *Genome Biology*. **4**, R47
- Cowles, Christopher. R. – Hirschhorn, J. N. – Altshuler, D. – Lander, E. S. (2002): Detection of Regulatory Variation in Mouse Genes. *Nature Genetics*. **32**, 432–437.
- Dawkins, Richard (1976): *The Selfish Gene*. Oxford University Press, Oxford
- Fondon, John W. – Garner, Harold R. (2004): Molecular Origins of Rapid and Continuous Morphological Evolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*. **101**, 8058–8053.
- Keys, David N. – Lewis, D. L. – Selegue, J. E. et al. (1999): Recruitment of a Hedgehog Regulatory Circuit in Butterfly Eyespot Evolution. *Science*. **283**, 532–534.
- Kimura, Motoo (1968): Evolutionary Rate at the Molecular Level. *Nature*. **217**, 624–626.
- Patthy László (1999): Genome Evolution of Exon-shuffling—A review. *Gene*. **238**, 103–114.
- Patthy László (2005): *Modules, Multidomain Proteins and Organismic Complexity*: EMBO/HHMI Central European Scientists Meeting, Budapest, Hungary. L11. Abstract.
- Popper, Karl R. – Eccles, John C. (1986): *The Self and its Brain: An Argument for Interactionism*. Routledge, New York
- Rockman, Matthew V. – Wray, Gregory A. (2002): Abundant Raw Material for Cis-Regulatory Evolution in Humans. *Molecular Biology and Evolution*. **19**, 1991–2004.
- Spitz, François – Gonzalez, F. – Peichel, C. et al. (2001): Large Scale Transgenic and Cluster Deletion Analysis of the HoxD Complex Separate an Ancestral Regulatory Module from Evolutionary Innovations. *Genes & Development*. **15**, 2209–2214.
- Stephens, J. Claiborne – Schneider, J. A. – Tanguay, D. A. et al. (2001): Haplotype Variation and Linkage Disequilibrium in 313 Human Genes. *Science*. **293**, 489–493.

A NEMZETKÖZI TERRORIZMUS FONTOS- ABB ÖSSZETEVŐIRŐL

Póczik Szilveszter

a történelemtudomány kandidátusa, főmunkatárs

Országos Kriminológiai Intézet

poczik@okri.hu

A nemzetközi terrorizmus fogalma historikus és szociológiai értelemben üres fogalom, amely tartalmi és formai összetevőiket tekintve eltérő csoportok, mozgalmak, politikai entitások és nemzetközi jogi szubjektumok formális békehelyzetben polgári, illetve katonai célpontok ellen irányuló, széles értelemben vett politikai célokat szolgáló, konspiratív, illegális fegyveres tevékenységet öleli fel. A terrorista politikai szervezetek a nemzetközi, regionális és nemzeti fejlődésben mutatkozó egyenlőtlenségek következtében jönnek létre. Létrejöttük a fennálló nemzetközi rendszerben nem különös és átmeneti jelenség, hanem rendszerspecifikum. Leküzdésükre a jelenleg alkalmazott közbiztonsági, nemzetbiztonsági és katonai eszközök alkalmatlanok. (Póczik, 2003)

A szakirodalomban található számos definíció egyike sem fedi le a nemzetközi terrorizmus fogalmával jelölt jelentéstartományt, pedig a megfelelő meghatározás elengedhetetlen a jelenség megértése, kezelése szempontjából. A fogalomalkotás dilemmái az ENSZ-ben is megmutatkoztak, amely 1972-ben tűzte napirendre a terrorizmus problematikáját. Az elmúlt három évtized alatt közel százötíz értelmezés született, de máig nem alakult ki általános álláspont. Háfez Asszad szír elnök – hiszen országával kapcsolatosan is elhangzott a terror támogatásának vádja – 1987-ben javaslatot tett az ENSZ égisze alatt tartandó konferenciára, amelynek a terroriz-

mus meghatározásával és a nemzetközi fellépéssel kellett volna foglalkoznia. A konferencia nem jött létre, ennek ellenére 1972 óta tizenkét terrorizmusellenes konvenciót fogadtak el: a gyakorlati érdekek felülemelkedtek az ányalati különbségeken. (Réti, 2002) Az ENSZ-ben végül az a meghatározás talált konszenzusra, mely szerint a terrorizmus politikai-ideológiai célból az állam és a társadalmi rend megingatására törekvő személyek vagy csoportok fegyveres erőszakot alkalmazó tevékenysége.

Ezzel lényegében egybehangzik a legtöbb állam jogrendszerének terrorizmus-meghatározása. Az izraeli álláspont szerint a terrorizmus politikai, ideológiai vagy vallási célok érdekében a civil lakosság vagy civil célpontok megtámadása, illetve ezzel való fenyegetőzés. (Várnai Shorer, 2001) A „civil lakosság” kifejezés különösen hangsúlyos, hiszen a genfi és hágai konvenciók élesen megkülönböztetik a katonai ellenféllel és a lakossággal szembeni katonai tevékenységet. A terrorista tevékenység során gyakran a polgári lakosság a terrorista tevékenység célpontja. Ez lehetővé teszi, hogy bizonyos helyzetekben a terrorizmust állami terrorizmusként definiáljuk.

Az állam mint a saját vagy idegen állam lakossága elleni terror kezdeményezője, támogatója egyáltalán nem zárható ki a vizsgálódásból. Emlékeztet az a támogatás, amelyet egyes szocialista országok nyújtottak

szélsőbaloldali és egyes polgári demokráciák szélsőjobboldali terrorszervezeteknek. A SZU az NDK közbejöttével ideológiai, erkölcsi, pénzügyi támogatást nyújtott a Vörös Hadsereg Frakciónak (RAF), a 80-as években a Carlos-csoportnak. Az USA és Nyugat-Európa abban az időszakban nyújtott támogatást Szaddám rendszerének, amikor az saját kisebbségei ellen vegyi fegyvereket vetett be. A történelemben rendszeresen találkozunk az *állami terrorizmus* jelenségével, amely a hatalommal rendelkezők utasítására az erőszakos szervezetek által nyíltan vagy burkoltan gyakorolt fizikai erőszak vagy fenyegetés a lakossággal vagy annak bizonyos csoportjaival szemben. (Tarján, 2002) Ennek tipikus példái a francia forradalom 1792 és 1794. Thermidor hó 9. közti időszaka vagy a Szovjetunió 1934 és 1938 közötti időszaka. (Finszter, 2002)

A német jogfelfogásban is a terrorizmus államellenes mozzanata domborodik ki: a terrorizmus szélsőséges személyek, csoportok részéről elkövetett, politikailag, illetve vallásilag motivált erőszakos cselekedet vagy ilyenek sorozata. Az elkövetők akciói – túszszedés, gyilkosság, repülőgépeltérítés – az államrend intézményei, képviselői ellen irányulnak, de távlati céljuk a bizonytalanság és félelem légkörének kialakítása a polgári lakosság körében. Az elkövetők szimpatizánsai széleskörű propagandát fejtenek ki, gyengíteni igyekeznek a polgárok lojalitását a demokratikus kormányzattal szemben. (Spöttle, 2002)

E minimalista definíciók éppen a terrorizmus keletkezésének okaira, azok rendszerére nem mutatnak rá, nevezetesen arra, hogy a terrortevékenységet folytató szélsőséges ideológiák, szervezetek *valóságosan létező társadalmi és politikai problémákra keresik a megoldást*. Példaként hozhatóak Izrael létrejöttének nemzeti és nemzetközi vonatkozásai, a palesztin állam megalapítása, működése körüli huzavona, a menekültek kérdése, a spanyolországi baszk autonómia illetve

függetlenség problémája, szingalézok és tamilok harca Srí Lankán, az észak-ír protestáns–katolikus szembenállás mögötti nemzeti ellentét, a megoldhatatlan csecsen-kérdés.

A terrorizmus mint szélsőséges politikai magatartás kialakulásának fő okait is nehéz strukturált rendbe szervezni, ez az egyes terrorisztikus jelenségek esetében csak egyedileg tehető meg. A nemzetközi, regionális, országos és lokális problémák radikális, erőszakos megoldására való hajlam mindig létezett, fellépésében az adott egyén, közösség beállítódása, tehát *a pszichológiai faktor az alapvető tényező*. (McCauley, 2002) Amikor ennek elsődlegességéről beszélünk, az individuálpeszichológiai, szociálpeszichológiai illetve kultúrantropológiai mozzanatok együttesét értjük alatta. Az elsőt alapvetően az határozza meg, hogy az adott civilizációban, (regionális vagy szub-) kultúrában mennyiben kódoltak a terrorizmusra hajlamosító minták és tényezők, bár végül az objektív társadalmi tényezők döntik el, érvényesülni fognak-e a szélsőséges beállítódások. Összefüggésként megfogalmazható: *a terrorisztikus radikalizmus érvényesülése egyenes arányban áll a politikai és társadalmi ellentmondások intenzitásával*. Amennyiben a szélsőséges, radikális megoldásokra való társadalmi viselkedésminta nincs jelen tömegesen, a terrorizmus kialakulásának esélye gyenge, ha viszont a terrorista attitűdnek talajt adó ellentmondások nincsenek jelen, a meglévő radikális attitűdök nem bontakozhatnak ki. További összefüggésként megfogalmazhatjuk: *minél inkább rendelkezésre állnak a feszültségek konszenzuális megoldását lehetővé tevő struktúrák, annál kevésbé valószínű a terrorisztikus politikai praxis*.

Jelentős lehet a pszichotikus személyiségek szerepe. Andreas Baader és Ulrike Meinhof személyiségét igazságügyi orvosszakértők vizsgálták. Ulrike Meinhof személyisége egy agysebészeti beavatkozás után indult torzulásnak: *paranoiássá* vált, ekkor alakultak ki

radikális nézetei. Gyermekeit egy forradalmi indoktrinációt folytató palesztin óvodában helyezte el. Társaiban is árulót látott, egyesek kivégzését javasolta. Később a börtönben öngyilkosságot követett el. Andreas Baadert *mániás depresszióval* kezelték, Elítélése után tarkólövessel találták meg zárkájában, nem tudható, gyilkosság vagy öngyilkosság történt-e. Sorsuk a *pszichológiai faktor* fontosságát látszik igazolni.

Általános tapasztalat szerint *a polgári demokráciák rendszerint kevésbé kínálnak politikai táptalajt a terrorizmus létrejöttéhez*. Gazdaságilag stabil, többé-kevésbé jóléti országokban csupán időlegesen voltak képesek radikális értelmiségi csoportok terrorszervezetek szervezésére. A Baader-Meinhof csoport, majd utóda, a RAF eszméi csak szűk körben, a 68-as diákmozgalmak aktivistái és szimpatizánsai között letek visszhangra, ott is csak addig, amíg konkrét ügyekben, például a hadkötelezettség ellen léptek fel. A Baader-csoport terrortevékenysége miatt a diákmozgalmon belül is elszigetelődött. Baadert letartóztatása után Ulrike bravúros akcióval kiszabadította, majd az Egyesült Arab Emírátságokban kiállított útlevelel Kelet-Berlinen és Damaszkuszon keresztül Jordániába szöktek, és csatlakoztak a PFSZ-hez. Pszichotikus személyiségük miatt a palesztinok is kiközösítették őket. Kelet-Berlinben az NDK titkosszolgálatára kísérletet tett beszervezésükre, de végül jobbnak látta szabadulni tőlük. A csoport együttműködött a Június 2. mozgalommal, a Forradalmi Sejtekkel, a Harcoló Kommunista Sejtekkel, több esetben fuzionált más csoportokkal, például a Közvetlen Akció nevű csoporttal. Valójában azonban ezek mögé a nevek mögé rejtőzve ugyanaz a kör követett el terrorcselekményeket, azt a hatást keltve, mintha számos földalatti szervezet tevékenykedne. (<http://www.terrorwatch.ch/fr/raf.php>) Az NDK felbomlásával megszűnt csekély logisztikai és anyagi támogatásuk. A RAF

1991-ben hajtotta végre utolsó merényletét Detlev Karsten Rohwedder, a Német Vagyongügynökség elnöke ellen. Ezután a vezetők szétszéledtek, intenzív állampolgári támogatással folytatott nyomozás után a szervezet több tagját letartóztatták. (Schauschitz, 1998) Társadalmi támogatottság hiányában hasonló sorsra jutottak a velük rokon francia és olasz szélsőbaloldali terrorista csoportok is.

Világszerte mintegy 750 azoknak a szélsőbaloldali csoportoknak a száma, amelyek a 68-as diáklázadásokból indulva ma is terrorista tevékenységet folytatnak. Európában az egyik legismertebb a még ma is aktív olasz Vörös Brigádok. (Lukácsi, 2003; Karmon, 2001) A csoportot 1969-ben egy egyetemista házaspár alapította a proletárforradalom kirombolásának céljával, fő célpontjaik kereszténydemokrata és szélsőjobboldali politikusok, gyáriparosok voltak. Első akciójukat 1970-ben indították egy milánói nagyvállalat ellen, majd emberrablások és gyilkosságok következtek. A szervezet vezetőjét 1976 végén letartóztatták, és ötven év börtönbüntetésre ítélték. Nevükhöz fűződik Aldo Moro, korábbi olasz miniszterelnöknek, a köztársasági elnöki szék várományosának meggyilkolása, amellyel a parlamenti politizálásban részt vevő kommunistáknak is hadat üzentek. 1983-ban életfogytiglani börtönbüntetésre ítélték a szervezkedés vezetőjét, később pedig további negyven résztvevő került bíróság elé. 1999 májusában meggyilkolták Massimo d'Antona professzort, a d'Alma-kabinet munkaügyi főtanácsadóját, majd 2002 márciusában Berlusconi kormányának foglalkoztatáspolitikai főtanácsadóját. Az Action Directe (AD) francia marxista terrorszervezet 1979-ben két másik szélsőbaloldali sejt fúziójából jött létre, célpontjai főként NATO-intézmények, kormányhivatalok, amerikai és izraeli érdekeltségek, multinacionális vállalatok és vezető üzletemberek voltak. (<http://www.rafinfo.de/begriffe/ad.php>) Meggyilkolták a francia Védelmi Minisz-

térium nemzetközi ügyekért és fegyver-eladásokért felelős vezetőjét és a Renault elnök-vezérigazgatóját. A csoport vezetőit 1980 szeptemberében letartóztatták, de Mitterrand elnök amnesztiájával hamarosan kiszabadultak, és kiléptek a nemzetközi térbe. 1985 januárjában az AD és az RAF közös nyugat-európai szervezetet alapított Nyugat-európai Antiimperialista Front néven. 1987 februárjában elfogták, majd életfogytiglani szabadságvesztésre ítélték a vezetőket, a csoport pedig felmorzsolódott. A tíz évvel korábbi létrejött RAF mintájára Belgiumban alapított Harcoló Kommunista Sejtek (CCC) 1982 és 1985 között tevékenykedett. Az úgynevezett antiimperialista hadjárat során számos bombatámadást hajtott végre állami, katonai és gazdasági létesítmények ellen, de kerülte a civil áldozatokat. (Pluchinsky, 2002) Vezetőjének 1985. decemberi letartóztatásával a szervezet felbomlott.

Az, hogy a 80-as évekig szinte valamennyi nyugat-európai országban társadalmi támogatottság hiányában is tevékenykedtek elszigetelt terrorista csoportok, két további összetevőre, az ideológiára és az ideológia-képződés társadalmi helyére irányítja a figyelmet. A terrorista politikai praxishoz ugyanis elengedhetetlen a „kemény” ideológia” és az azt kitermelő „kemény értelmiségi mag”. Látható, hogy a századfordulós totalitarizmusok későn jövő – értelmiségi – nemzedékei a 20. század utolsó negyedéig nem tudták feldolgozni a *fin de siècle* kulturális sokkját, újra és újra visszanyúlnak egy meghaladott, de új eszmerendszerrel nem helyettesített ideológiához, mivel nem tudják elfogadni a modernitás félelmetes követelményét: hogy a továbbiakban átfogó világmagyarázat – isteni világrend és megkérdőjelezhetetlen igazságok –, illetve „nagy elmélet” nélkül vagyunk kénytelenek boldogulni.

Alapvetően ez húzódik meg az iszlám fundamentalizmus mögött is, amely tekinthető a totalitarizmus harmadik nagy hullá-

mának, és szintén a modernitással szemben nyújt holisztikus világmagyarázatot. (Evola, 1997) A kemény, zárt és átfogó eszmerendszer megléte vagy hiánya a politikai mezőben a globális civilizációs-kulturális dominanciáért harcolók illetve a korlátozott politikai célokért harcolók csoportjára bontja a terrorista mozgalmakat. Az előbbi csoportba tartoznak a századfordulós „megváltás-ideológiákon” nyugvó totalitarizmusok örökösei: marxizmus, nemzetiszocializmus és a harcoló iszlám fundamentalizmus, míg a második csoportba sorolhatóak a hagyományos fasiszta, valamint a terrorisztikus nemzeti (szeparatista) mozgalmak. A különválasztás csak elméleti, hiszen jelentős átfedéseket tapasztalunk, de a besorolás fő szempontja a vezérmotívumok szerkezete, ezek elemeinek domináns vagy kevésbé hangsúlyos jellege. A másodlagos eszmei mozzanatok jellege erősen függ a társadalom-környezeti tényezőktől. Jól mutatja ezt, hogy a 20. század második felének nemzeti felszabadító mozgalmait többnyire kommunistának mondták magukat, miközben politikai praxisuk inkább a hagyományos autokrata rendszerek gyakorlatához állt közel.

Ezt példázza a nyugat-európai terrorista csoportoskákkal egy lapon sem említhető Kurd Munkapárt (PKK vagy KADEK), amely négy-ötezer fegyveres harcossal küzd a ma több államban széttagolt nemzeti területet egyesítő független kurd állam létrehozásáért. A török börtönben fogva tartott, halálra ítélt Abdullah Öcalan által alapított mozgalom kezdettől nemzetközi – államok feletti – szervezet volt, amely katonai hatókörén kívül is tevékenykedett. Miközben a kurdok által lakott államok, főként Törökország és Irak destabilizálására törekedett, Nyugat-Európában kulturális és politikai intézményeket hozott létre, szimpatizánsokat toborzott, segélyeket, fegyvereket szerzett, és évente több millió dollárt gyűjtött kurd származású üzletemberek megzsarolásából, forradalmi adónak

nevezett „védelmi pénzek” beszédéséből, kábítószer-kereskedelemből, pénzmosásból, önkéntes adományokból. Ez részint a szervezet anyagi háttérét, a fegyveres harc feltételeit biztosítja, részint legális és illegális vállalkozásokban további jövedelmet temel (<http://library.nps.navy.mil/home/tgp/kurds.htm>). Bár minden, terrorszervezeteket bemutató regiszterben szerepel, mégis jelentős nemzetközi szimpátiát vívott ki magának. Vezetőjével kapcsolatban kézenfekvő a terroristákkal kapcsolatos szokásos kérdést: bűnöző vagy nemzeti hős? (Strohmeier, 2003) Ez az értelmezési bizonytalanság és nemzetközi szimpátia mentette meg Ócalant a bitótól.

A nemzeti felszabadító mozgalmak többnyire a hagyományos politikai mező erővonalai mentén definiálják önmagukat, olykor azonban eltérő politikai ideológiákat valló csoportokat is egyesít a felszabadítási eszme. Ezt példázza az Ír Köztársasági Hadsereg (IRA) és a baszk függetlenségért harcoló ETA története. Elnyomott etnikai-nemzeti csoportok képviselőjeként a legális fórumokon való részvételi lehetőség és reguláris hadsereg hiányában konspiratív szervezatként jöttek létre, fegyveres harcot folytatnak részben a megszállónak tekintett hatalom igazgatása, képviselői, olykor polgári lakossága ellen. Céljuk a politikai képviselet kivívása, a kormányzatban való részvétel kieroszakolása, illetve szuverén állam létrehozása. E két szervezet tevékenysége megerősíti azt a megállapítást is, hogy a demokráciák kevesebb tápot kínálnak terrorszervezetek létrejöttéhez. Az EU-ban egyre inkább teret nyerő demokratizálódással, a politikai, gazdasági és etnikai autonómiák kibontakozásával az IRA és az ETA terrorizmusa veszít társadalmi támogatottságából, aktivitásuk az utóbbi években szembetűnően gyengül, kompromisiz-szumkészségük nő. (Baud, 1999; valamint <http://www.origo.hu/tudomany/tarsadalom/20011106iraes.html>)

Ez rámutat arra, hogy *a regionális és nemzetközi terrorizmus prevenciójának, kezelésének, leküzdésének elsődleges eszköze a kulturális, politikai és gazdasági javak és esélyek igazságos elosztása helyi, regionális, és nemzetközi szinten.*

A terrorista szervezetek ott válhatnak széles társadalmilag beágyazott – kvázi – népi mozgalommá, ahol e feltételek többé-kevésbé hiányoznak. A szélsőséges politikák támogatói bázisának egyik fő forrása a gazdasági-megélhetési javakhoz való hozzáférés korlátozottsága. A hosszantartó felfutásra következő súlyos gazdasági visszaesések, mint például az 1920-as évek Európájában, különös veszélyt rejtgetnek, hiszen egyszerre taszítják válságba – lehet, hogy csak a szubjektív észlelés szintjén – a gazdálkodókat, munkásokat és a középosztályt, különösen annak alsó szegmenseit. Gamal Abdel Nasser 1952. évi katonai hatalomátvétele szétdőlt Egyiptom gazdaságát. Az államosítás, a nagybirtokok felosztása rohamos elszegényedéshez vezetett, az élelmiszerek ártámogatása csődbe vitte az államháztartást, piaci zavarok léptek fel, a népesség többségét alkotó kisparasztság elszegényedett, önellátásra rendezkedett be. Ekkor lángolt fel a harcos iszlám. Hasonló történt Zahir sah, Afganisztán reformista királyának megbuktatása után: Babrak Karmal és Nadzsibullah szocialista tervgazdasága és társadalompolitikája katasztrófához, közvetve a tálib rendszerhez vezetett. A szubregionális gazdasági hátrányok és a fegyveres ellenállás kialakulása közötti kapcsolatra szolgált példát Mexikó Chiapas tartománya, amelynek kisebbségi lakossága kimaradt a gazdasági fejlődésből és a támogatásokból, ezért a mexikói forradalmárra hivatkozó zapatista csoport vezetésével fegyveres harcba kezdett politikai jogainak biztosítása és régiója gazdasági fejlesztése érdekében. Ebben az esetben egymásra rétegződtek és egymást erősítették a kisebbségi, nemzetiségi sérelmek és a gazdasági problémák. (Spöttle, 2002)

A gazdasági javaktól való megfosztottsággal szoros összefüggésben jelentkezik a kulturális depriváció a terrorizmus bázisképző tényezőjeként. Az arab országokban a szegényebb, tradicionális gondolkodású, jórészt falusi rétegeket az iskolázatlanság és információhiány fogékonnyá teszi a szélsőséges nézetekre, de megkönnyíti félelemben tartásukat is. Észak-Afrikában a modernizáció korai ipari fázisába éppen csak belépett tömegek számára az önmagát az európai turistatömegek látványában megmutató modernitás társadalmi létük valamennyi szférájában, le egészen a férfi-nő, felnőtt-gyermek kapcsolatokig, fenyegetésként jelenik meg, nem beszélve a papságról, amelynek hatalmát, létalapját alapvetően fenyegeti anélkül, hogy bármilyen kompenzációval kecsesítse. A nagyvárosok szegénynegyedeiben és az elmaradottabb régiókban mutatkozik a legizőbb fanatizmus a modernitás vívmányaival és képviselőjével, az euroatlanti világgal szemben. Nem csodálható Egyiptomban a mérsékelt nyugatbarát Hoszni Mubarak rendszerével szembeni széleskörű ellen-szenv, és a hovatovább turistákat mészároló Moszlim Testvériség iránti rokonszenv, amit csak a belbiztonsági erők masszív jelenléte tart ideig-óráig féken. A kormányzat hatékonyan üldözi a terroriszervezeteket, ezért a harcoló iszlám szervezése más országokba, Szíriába, Szudánba, Szomáliába és mára Európába tevődött át. Vezetői az iszlám fundamentalizmus globalizálódásának jegyében rendszeresen megszólalnak az Al-Dzsazira (Sziget) hírtélevízióban, és hatékony propagandát fejtenek ki. (Karakas, 2004)

Utolsó példánkkal eljutottunk a globális civilizációs-kulturális egyenjogúságért és dominanciáért harcoló terrorizmushoz, amelyet a mai körülmények között a fundamentalista iszlámra támaszkodó terrorizmus testesít meg. Seres László, az ismert baloldali publicista nem téved akkor, amikor úgy véli: „civilizációs háború zajlik, [...] hiába minden

katonai csapás, ha a Nyugat nem nyit kulturálisan és globálisan a harmadik világ elnyomottai felé, ha nem nyújtja nekik azokat az információs, technológiai és gazdasági lehetőségeket, amelyek hiányában százmilliók élnek továbbra is a legsúlyosabb rezsimek igája alatt” (Seres, 2003).

Felvetődik a kérdés, miért fordult szembe a fundamentalista iszlám eszmei szinten is a civilizációs jótéteményeket kínáló euroatlanti civilizációs modellel, miközben egyre intenzívebben használja annak technológiáit. E szembefordulás csak korlátozottan hozható összefüggésbe a történelmi iszlám eszmével, bár kétségtől vannak összekötő szálak. A moszlim jog már kialakulásának idején saját és ellenséges oldalra osztotta a politikai világot. Az arab társadalmak iszlám előtti hagyományában nagyra becsült helyen állt a hadsereg, a harcos, a háború presztízse. Az iszlám kisebbségi síita irányzatára jellemző volt a türelmetlenség, aszaszin fanatizmusra, erőszakra, mártíromságra való hajlam (Rostoványi, 1985), ami az iráni forradalom győzelmével rá is nyomta bélyegét az iszlám fundamentalizmus „új hullámára”. (Daftary, 2000) Ennek ellenére az iszlám nem az erőszak vallása, hiszen történelmének legnagyobb részében nem a háborút, hanem a fegyvernyugvást, szerződéses békét gyakorolta. (Rostoványi 2002) Az iszlámban nem szokás a vallás erőszakos terjesztése, a más vallásúak elvileg hitüket szabadon gyakoroló védett közösségek.

A mai iszlám fundamentalizmusra és az azzal összekapcsolódó terrorizmusra hiába keresünk magyarázatot a történelmi hagyományban. Bár hivatkozásai historikusak, funkciói teljességgel jelen idejűek. Az iszlámizmus mai radikális, aktivista, terrorra hajlamos mozgalmának egyik szellemi atyjaként az egyiptomi Szajjid Kutb (Szayyid Qutb) (1906-1966), a Moszlim Testvériség első generációjának kivégzett vezetője tekinthető. A művelt, hazai és amerikai egyetemeket

járt, mindkét kultúrában járatos tudós nézetei lassan radikalizálódva jutottak el a nyugati eszmék iránti szimpátiától az iszlámot egyedüli üdvözítő civilizációs megoldásnak tekintő felfogáshoz és a fegyveres harc ideálizálásához. Bár technikai vívmányai okán elismerte, mégis mélyen elítélte a nyugati civilizációt, mivel szerinte rombolja az emberiség leglényegesebb értékeit, akadályozza az ezeket megtestesítő iszlám érvényre jutását: a Nyugat ellenséges a JÓ-val szemben, és a ROSSZ-at, tudatlanságot, sötétséget terjeszti. Ugyanígy elítélte az iszlám konzervatív vallási értelmiségét is, amely a hit nevében kizsákmányolja híveit, vagy támogatja kizsákmányolóit. Úgy vélte, a fennálló renddel nem képzelhető el kompromisszum. A hívők legképzettebb, legelszántabb élcsapatának – ismerős fogalmazás (!) – ki kell vonulnia a társadalomból, és szent háborút kell kezdenie a társadalom visszavezetéséért az igazi iszlámhoz. A győztes iszlám végül az emberek felszabadítása révén megteremtí a lelkiismeret és lélek szabadságán, az emberek egyenlőségén és szolidaritásán nyugvó társadalmi igazságosságot. Az iszlám állam keretezte iszlám társadalom az egyedüli út a hanyatló emberiség számára, a történelmi összecsapás a nyugati materializmus és az iszlám között megy majd végbe. (Hanafi, 1982) Kutb eszméi közvetlen befolyást gyakoroltak a 20. század első harmadában kezdődött iszlám reneszánsz második generációjára, többek között a mindezt gyakorlatba is átültetni igyekvő Khomeini ajatollahra, de ma is hatékonyak, még a mérsékeltbb iszlámizmus körében is. (Fodor, 2003)

A fentiek felhívják a figyelmet a századfordulós európai politikai messianizmus ideológiáival és az azokat előhívó történelmi helyzettel való hasonlóságra: az iszlám társadalmakban a modernizációs hullámok egymásra torlódása következtében gazdasági, nemzeti, szociális és kulturális forradalom zajlik egyidejűleg, regionálisan eltérő rele-

vanciákkal és hangsúlyokkal. Ezért téves Georg Spöttle és Shlomo Avineri vélekedése, miszerint „korunk terrorizmusára [...] leginkább a vallási motiváltság jellemző”. (Spöttle, 2002; Avineri, 1995) Az iszlám világban jelentkező terrorisztikus jelenségek okai, gyökerei, céljai igen sokrétűek. Bár a terrorizmus és a fundamentalizmus nem azonosíthatóak, céljaik lényegében azonosak. Az aktivista iszlámnak kisebb részét alkotják militáns fanatikuskok, a nagyobb hányad inkább egy szellemi megújulási mozgalom részesének tekinti önmagát (Saad Eddin, 1988). Ennek megfelelően a fundamentalista szervezetek a politikai hatalomhoz való viszonyukban egyidejűleg kétfajta stratégiát követnek: részben igyekeznek a politikai intézményrendszerrel kooperálni, abba integrálódni, részben fegyveres harcot indítottak ellene.

A legfontosabb mozzanat a már említett átfogó és egyre súlyosabb modernizációs válság: az identitás válsága, a kulturális fenyegetettség, az értékek, normák erősödő zavarai. Az iszlám világban a második világháború után kudarcot vallott az elméletként és gyakorlati szinten felkínált nyugati – szocialista, etatista, liberális – modernizáció-modellek minden változata. A Nyugat a történelmi folyamatok következtében a Kelet számára a gyamatosító jelképévé vált. Az iszlám világ a Török Birodalom széthullása óta folyamatos defenzívában, legjobb esetben egy-egy területen követő fejlődésben van. Eközben a rohamos népességgyarapodással arányosan rohamosan romlanak az életkörülmények. Egyiptomban évente egymillió fővel nő a lakosság, miközben a nemzetközi gazdasági versenyfeltételek szigorodása az észak-afrikai térség 130 milliós népességét egyre kilátástalanabb helyzetbe hozza. Az arab népesség 60 %-a huszonöt évesnél, 50 %-a tizenöt évesnél fiatalabb. Ennek következtében válságba került az oktatási rendszer, a közép- és felsőfokú végzettségűek munkaerőpiaci

és szociális kilátásai folyamatosan romlanak. A súlyosan túlnépesedett nagyvárosokban nyomornegyedek terjeszkednek. A 70-es évek olajárrobbanása által hozott fellendülés nem járt hatékony gazdaságszerkezeti átalakulással, a 80-as években viszont évtizedes recesszió köszöntött be. Az időszakosan jelentkező gazdasági fellendülés külső konjunkturális tényezők függvénye, a régió minden területen a fejlett országokból érkező transzferektől függ. A Közel-Kelet és Észak-Afrika országainak együttes adósságállománya 150 milliárd, adósságszolgálatuk évi 20 milliárd USD. A legtöbb ország költségvetése súlyosan deficitese. A Világbank és a Nemzetközi Valutaalap által követelt intézkedések – mint mindenütt – a szociális feszültségeket fokozzák. Az uralkodó elitek és a tömegek közötti feszültség csak diktatorikus eszközökkel fojtható le. (Hanafi, 1987)

E kilátástalan helyzet és a terrorizmus kialakulásában meghatározó szerepet játszottak a nagyhatalmak a hidegháború időszakában, amikor saját céljaiktól vezérelve elősegítették a nemzetközi iszlámizmus fegyveres szervezeteinek kiépülését. Elsősorban a palesztin ügyet szolgáló szekularizált erőszakszervezetek élvezték a SZU és arab szövetségeseinek támogatását. Utóbbiak ugyan szekuláris beállítottságúak voltak, az iszlám a háttérben mégis mindvégig jelen volt, és metafizikailag is megalapozta az Izrael és támogatói elleni gyűlöletet. A 60-as évek végétől az iszlám befolyás felerősödött. Iránban győzött az iszlám forradalom, a SZU megszállta Afganisztánt, az USA pedig kijátszotta ellene az iszlám kártyát: Oszama bin Laden és az al-Kaida ekkor az USA szövetségese volt. A 90-es években a nemzetközi iszlámizmus fő célpontjává Bosznia, Csecsenföld és Kasmír vált. Az USA magára hagyta Afganisztánt és a Közel-Keleten egyértelműen szembefordult a palesztin és pánarab nemzeti törekvésekkel, mi több,

a hidegháborús ellenségkép pótlékeként ezekből fabrikált új papírtigrist annak érdekében, hogy fenntarthassa a hidegháború feleslegessé vált ellátórendszeit.

Az iszlám fundamentalizmus tevékenységének megértésében nem támaszkodhatunk a globalizációs törekvéseket szolgáló médiumok kínálta képre, hiszen társadalmi funkciója ennél jóval összetettebb, sokszor erősen szociális és karitatív, ami jelentős népszerűséget kölcsönöz neki az államtól segítséget hiába remélők körében. A Moszlim Testvériség kezdettől körvonalazott társadalmi és politikai programmal rendelkezett, kiterjedt oktatási, egészségügyi és foglalkoztatási hálózatot épített ki. A Hamász bevételeinek csupán 5 %-át fordítja fegyveres tevékenységre, 95 %-ból szociális tevékenységeket finanszíroz, és hasonló mondható el minden jelentősebb, terroristának bélyegzett iszlám szervezetről. A Hamász Iszlám Ellenállási Mozgalmat Egyiptomban az 1967-es hatnapos háború után a Moszlim Testvériség tagjai alapították, ideológiusa az időközben meggyilkolt Jaszin sejk volt. Célja a palesztinok egyesítése, Izrael megsemmisítése és iszlám állam létrehozása. Ma a Hamászt főként Irán és Szaúdi-Arábia finanszírozza. A Hezbollah (Allah pártja) a libanoni háborúban jött létre. E síita szervezetet főként Irán támogatja, fegyveres szervezetének kiépítésénél is az iráni forradalmi gárda bábáskodott. A szervezet évi mintegy 50 millió amerikai dollárból gazdálkodik, 3500-5000 harccsal rendelkezik. Politikai pártként is tevékenykedik Libanonban, miközben számos szociális projektet finanszíroz. Az Iszlám Dzsihád 1975-ben Egyiptomban jött létre, nevéhez fűződik Anvar Szadat elnök meggyilkolása, amelyben részt vett Ajman al-Zavahiri, Oszama bin Laden teoretikusa is. A Népi Front Palesztina Felszabadításáért (PFPL) az 1967-es arab–izraeli hatnapos háború után alakult, repülőgéptérítésekkel,

túszszedéssel hívta fel a világ figyelmét a palesztin nép helyzetére. A PFPL kb. 800 aktív harcost foglalkoztat.

A fentiekben felmutattuk a nemzetközi terrorizmusnak nevezett jelenség főbb össz-szervezőit és társadalomtudományi kutatásra érdemes részterületeit. Bár a terror(izmus) hagyományos szociológiai elmélete nem alkotható meg, megalkotható a felmutatott részmozzanatok segítségével egy olyan skála, amelyen a terroristának mondott szervezetek eredetük, szerkezetük, céljaik figyelembe vételével a kutatási heurisztikáját szem előtt tartva eredményesen elhelyezhetőek. Addig azonban megelégszünk egy általános technikai definícióval, amely tartamában túlmutat az előjáróban bemutatott meghatározásokon:

A nemzetközi terrorizmust jelensége a globalizált világ egyenlőtlen erőviszonyokon alapuló nemzetközi gazdasági, politikai, szociális és kulturális rendszerében, illetve ezek alrendszerében szükségszerűen jön létre, amikor e rendszerek különféle gyengébb

résztevői valóságosan létező problémákra megoldást keresve, meghatározott politikai és társadalmi céljai érdekében, konspiratív szervezeti keretek között az adott rendszerben nem legális, de általuk legitimnek tekintett irreguláris fegyveres erőt vesznek igénybe a rendszer szabályait meghatározó domináns szereplők elleni fellépésben. Leküzdésére a jelenleg alkalmazott közbiztonsági, nemzetbiztonsági és katonai eszközök nem, illetve korlátozottan alkalmasak. A regionális és nemzetközi terrorizmus prevenciójának és leküzdésének elsődleges eszközrendszere a hatalmi, tehát kulturális, politikai és gazdasági jogosítványok és esélyek helyi, regionális és nemzetközi szinten a mainál demokratikusabb leosztásában rejlik.

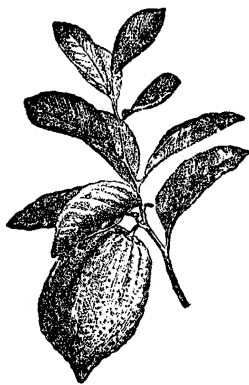
Kulcsszavak: nemzetközi rendszer, nemzetközi terrorizmus, terrorista mozgalmak, egyenlőtlenségek, definíciók, nemzetbiztonság, közbiztonság, totalitarizmus, fundamentalizmus, iszlámizmus

IRODALOM

- Avineri, Shlomo (1995): Visszatérés az iszlámhoz. Európai Szemle. 3.
- Baud, Jacques F. (1999): *Encyclopédie des terrorismes et violences politiques*. Lavauzelle, Paris
- Daftary, Farhad (2000): *Aszaszin legendák. (Az iszmáriták mítoszai)*. Osiris, Budapest
- Evola, Julius (1997): *Lázadás a modern világ ellen*. Kötet, Budapest–Nyíregyháza
- Finszter Géza (2002): Az alkotmányos jogállam esélyei a terrorizmus elleni küzdelemben. Belügyi Szemle 6–7.
- Fodor Pál (2003): Az iszlám a mai Törökországban: Fethullah Gülen mozgalma, www.tte.hu/?page=konf&id=45&archiv=&ev=
- Hanafi, Hassan (1982): *The Relevance of the Islamic Alternative in Egypt*. Arab Studies Quarterly. Spring
- Hanafi, Hassan (1987): *The Origins of Violence in Contemporary Islam. Development: Seeds of Change*. 1.
- Karakas Norbert (2004): Al-Dzsazíra, a sziget. PR Herald. november 28. www.prherald.hu/cikk2.php?idl=elso&id2=20040824-112751&idc=20040826-025553
- Karmon, Ely (2001): The Red Brigades: Cooperation with the Palestinian Terrorist Organizations (1970 – 1990), April 1, www.ict.org.il/articles/articlelet.cfm?articleid=365

- Lukácsi Béla (2003): Vörös Brigádok. In: *Magyar Virtuális Enciklopédia*. www.enc.hu/1enciklopedia/fogalmi/poltud/vor_had_fiak.htm
- McCauley, Clark (2002): Psychological Issues in Understanding Terrorism and the Response to Terrorism. In: Stout, Chris E.: *The Psychology of Terrorism*. Vol. III. Praeger, London
- Póczik Szilveszter (2003): A nemzetközi terrorizmus historikus és makroszociológiai feltételeinek kialakulása. *Nyitótanulmány A szervezett bűnözés nemzetközi társadalmi és politikai környezete című kutatási projekt A nemzetközi terrorizmus összetevői című alprojektjéhez*. www.okri.hu/index.php?menu=uj_kutat_nemzetkozi
- Pluchinsky, Dennis (2002): They Heard It All Here, And That's the Trouble. The Washington Post, June 16. www.washingtonpost.com/ac2/wp-dyn/A54650-2002Jun14?language=printer
- Réti Ervin (2002): A XXI. század nagy kihívása: a terrorizmus. Belügyi Szemle. 6–7.
- Rostoványi Zsolt (1985): Imáizmus, fanatizmus, mártírság. A szízmus szerepe az iszlám reaktivizálódásában. Világosság, 8–9. szám.
- Rostoványi Zsolt (2002): A terrorizmus civilizációs-kulturális háttere – avagy Levezethető-e az iszlám

- terrorizmus az iszlámból? Belügyi Szemle. 6–7.
- Saad Eddin, Ibrahim (1988): Egypt's Islamic Activism in the 1980s. Third World Quarterly, *April*
- Schauschitz Attila (1998): A Rote Armee Fraktion és a stammheimi per. Beszélő. június www.c3.hu/scripta/beszelo/98/06/10scha.htm
- Seres László (2003): A terror éve. Népszabadság, jan. 11.
- Spöttle, Georg (2002): A terrorizmusról. Belügyi Szemle. 6–7.
- Strohmeier, Martin (2003): *Crucial Images in the Presentation of a Kurdish National Identity: Heroes and Patriots, Traitors and Foes*. B&N, London
- Sz. n. (2001): IRA és ETA: terrorizmus Európában. november 6. www.origo.hu/tudomany/tarsadalom/20011106iraes.html
- Tarján G. Gábor (2002): A terrorizmus történelmi dimenziói. Belügyi Szemle. 6–7.
- Vámai Shorer, Judith (2001): *A terror egyszerűen csak terror*. Az Izraeli Nagykövetség folyóirata. november, Izrael



Interjú

„MOST IS A FIZIKUSI PÁLYÁT VÁLASZTANÁM!”

Jéki László beszélgetése Kroó Norbert akadémikussal

Dunára néző első emeleti szobájában beszélgetünk az MTA székházában Kroó Norbert akadémikussal. Alig egy hónapja ért véget kétszer hároméves főtőkári megbízatása, azóta az Akadémia alelnöke. Az esős júniusi délelőttön kevésszer szólalt meg a telefon, senki sem zavar bennünket az emlékek felidézésében. Közös emlékeink is bőven vannak a Központi Fizikai Kutatóintézetben töltött évtizedekből. Így érthető, hogy negyvenéves ismeretség után az interjú kedvéért sem magázódunk.

Melyek az első emlékeid iskolás korodból? Milyen kisfiú voltál?

Jó tanuló voltam, ezért az első elemiben az év végén engem feleltettek a tanfelügyelő látogatásakor. Elismerést arattam, mert hibátlan leírtam „A hal a vízben nem hall” mondatot. Ugyancsak elsős lehettem, amikor a szüleimtől ajándékba kapott órát szétszedtem, hogy működését tanulmányozhassam. Neki láttam összerakni, de nem sikerült, a hajszálrugóval nem boldogultam. Édesapám műbútorasztalos volt, otthon is volt kis műhelye. Az ottani szerszámok segítségével fából hajótestet építettem. „Motort” is szereltem rá, egy vekkeróra volt az alapja. A mutatókat hajtó tengelyt meghosszabbítottam, és propellert szereltem rá. Hajóm nem kis büszkeségemre simán átkelt a Kis-Dunán.

Tanítóidnak, tanáraidnak volt-e szerepük pályaválasztásodban?

Csepelen az elemi iskolában nagyon jó tanítóim voltak. Utána a Mester utcában a Fáy Gimnáziumba jártam. Ez a gimnázium rendszerint nem szerepel a híres pesti iskolák felemletésekor, pedig az MTA mai tagjai közül heten jártak a Fáyba!

Csepelen éltetek. Akkoriban Csepelen, a Jedlik Ányos Gimnáziumban tanított Vermes Miklós, az egyik legnagyobb fizikatanár. Születésének centenáriumán a Fizikai Szemle májusi száma emlékező cikkek sorát közölte. Ismerted diákkorodban?

Nemcsak ismertem, a tanítványa is voltam. Délelőtt a Fáyba, délután pedig Muki bácsi szakkörébe jártam. Kiváló tanár volt. Izgalmas kísérleteket végeztünk, néha fel is robbant valami. A mostani megemlékezések sorában nekem is jutott szerep. Sopronban szobrot állítanak Muki bácsinak, engem kértek meg a felavatására. *(Vermes Sopronban, az Evangélikus Líceumban tanult.)*

Az órával való kísérletezés és a Vermes-szakkör, nem is lehetett más, mint fizikus...

Először nem fizikus akartam lenni. Technikai érdeklődésem a mérnökség felé terelt, először gépészmérnöki, később villamosmér-

női pályára gondoltam. A gimnázium utolsó két évében jól szerepeltem fizika- és matematika-versenyeken, az országos tanulmányi versenyen elért eredményem mentesített az egyetemi felvételitől. Ekkor már fizikusnak jelentkeztem, a felvételin csak azt kérdezték, tudom-e, ki volt Eötvös Loránd...

A versenyeken kísérleteztetek is?

Nem, akkoriban csak példamegoldásból állt a verseny. Egyszer azért nem tudtam megoldani egy feladatot, mert nem jöttem rá, hogy el kellene hanyagolni valamit. Senki sem mondta addig, hogy a lényegtelenrel nem kell foglalkozni. Minden információt hasznosítani akartam, tökéletes megoldást kerestem, hiába.

Fizikatanításunk azóta sem változott sokat. Ma is szép, kerek egészként jelenít meg a fizikát a diákok előtt. Nincsenek problémák, tisztázatlan kérdések.

Elmarad a tudománytörténet bemutatása is. A gyerekek nem tudják meg, hogy szakmai vitákban születnek az eredmények, sikeres tudósok is tévednek.

Szüleid egyetértettek pályaválasztásoddal?

Nekik az volt a fontos, hogy tanuljak. Az elemiben, a gimnáziumban és az egyetemen azért is voltam mindig jó tanuló, hogy ezzel örömet szerezzek szüleimnek. Azt is igyekeztem jól megtanulni, amihez semmi kedvem sem volt. Így lehettem 1965-ben a kandidátusi fokozat megszerzése után az ELTE Természettudományi Karának első, népköztársasági aranygyűrűvel kitüntetett növendéke. A gyűrűt Dobi István, az Elnöki Tanács elnöke adta át. Az akkor még gyermekcipőben járó televízió portréfilmet készített rólam. Az 1960-as években a dubnai Egyesített Atomkutató Intézet neutronfizikai laboratóriumában a Nobel-díjas Ilja Mihajlovics Frank igazgató egyik helyettese voltam. Életrajzomban olvasott a gyűrűről, és kíváncsi volt rá, kérte, hogy mutassam meg neki. Cserébe megmutatta Nobel-érmét.

A pályaválasztásra visszatérve: nem volt teljesen sima, le kellett győzőm egy komoly akadályt. Érettségim évében, 1953-ban még irányították a pályaválasztást, engem diplomatanak szántak. A Külügyminisztériumban részt vettünk egy fejtágítón, majd megkérdezték, ezek után ki nem akar diplomata lenni. Tízen jelentkeztünk, velünk egyenként elbeszélgetett Sík Endre, a későbbi külügyminiszter *(akkor a minisztérium politikai főosztályának vezetője, a Külügyi Akadémia igazgatója – JL)* és Mód Péter. Hatot meggyőztek a tízből, négyet nem, én a négyek közé tartoztam. Így lettem végül fizikushallgató. Az egyetemen mindenekelőtt a matematikusok, Császár Ákos és Hajós György előadásait szerettem. Szívesen hallgattam Pál Lénárd reaktorfizikai előadásait, Baksai Zoltánnál kitűnőt kaptam kémiaiából. Átjártam a Műegyetemre Simonyi Károlyt hallgatni. Korán bekapcsolódtam a laboratóriumi kísérleti munkákba is, Pócza Jenő mellett gázkísülésekkel foglalkoztunk. Kísérleteinkkel egyetemek közti versenyt is nyertünk. Ez valamiképpen a mai tudományos diákköri mozgalom elődje volt.

Diplomamunkádat Csillebércen írtad, ezzel kezdődött máig tartó kapcsolatod a KFKI-val.

Faragó Péter osztályára kerültem, magmágneses rezonanciával foglalkoztam. Faragó 1956-ban külföldre távozott, ezért Gécs Mária vezetésével folytattam a munkát. A diploma megvédése után a Műszaki Fizikai Kutatóintézetben is körülnéztem, Szigeti György, Bodó Zalán szívesen látott volna. Végül Pál Lénárd hívására a KFKI-ba mentem.

Ekkoriban zajlott a KFKI első nagy átalakulása, épült az atomreaktor, új kutatási irányok indultak. Te milyen feladatot kaptál? Az atomreaktor elkészültével új kísérleti lehetőségek nyíltak meg, tanulmányozni lehetett a neutronok kiváltotta változásokat, és új, neutronokra alapozott vizsgálati módsze-

reket (neutronszórás) alkalmazhattunk. A neutronos technikákkal atomi felbontásban vizsgálható a szilárdtestek szerkezete, az atomi folyamatok dinamikája. A neutronfizikai kutatásokat Pál Lénárd indította meg, mellette kezdtem dolgozni. Vizsgáltuk például különböző anyagok szerkezete és mágneses tulajdonságai közötti összefüggést.

Komoly műszaki fejlesztés is folyt a KFKI-ban a kísérleti eszközök létrehozására. Százcsa-tomás analízátor épült a repülési idő típusú neutronspektrométerhez, programvezérelt egykristály diffraktométert készítettünk. A moszkvai Kurcsatov Atomenergia Intézetrel közösen háromtengelyű neutronspektrométert építettünk. Később a KFKI-ban készült a széles hullámhossztartományban működő, nagy áteresztőképességű neutronsebesség-szelektor, a sikeres berendezésből tizenhét darab készült amerikai, japán és nyugati-európai laboratóriumok számára. Ebben a neutronfizikai csoportban fedezte fel 1972-ben Mezei Ferenc a neutron spin-echo spektrometriát.

A kísérleti eszközök bemutatásával nagyon előreszaladtunk az időben, hiszen a neutronsebesség-szelektor az 1980-as években készült. Térjünk vissza a hatvanas évekbe.

Huszonnyolc évesen a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség ösztöndíjával jutottam ki Svédországba, összesen tizenöt hónapot töltöttem ott. Először Stockholmba, a Műszaki Egyetemre kerültem K. E. Larsson professzorhoz, az egyetemnek volt egy kis atomreaktora. Rövidesen egy olyan neutronfizikai mérést javasoltam, amelyhez nagyobb teljesítményű reaktorra volt szükség. Ekkor kerültem Studsvikba.

Studsvikot én is jól ismerem. Ideális helyen fekszik, távol mindentől, a tengerparton. Remekiül lehet ott dolgozni.

Nagyon jól éreztem magam. Nemzetközi csapatba kerültem. Sok látogató is járt ott a világ minden tájáról. Ekkor épültek ki nemzetközi kapcsolataim, néhány akkor megismert kutatóval még ma is kapcsolatban vagyok. Larssontól sokat tanultam, tehetségesnek tartott. Néhány éve hunyt el.

Studsvikban nyilván jobbak voltak a kutatási feltételek, mint itthon. Konferenciára utazni, kapcsolatokat tartani is egyszerűbb volt. Nem gondoltál arra, hogy Svédországban vagy másutt telepedj le? Biztos szívesen láttak volna.

Tanulni küldtek külföldre. Teljesen természetes volt számomra, hogy hazatérek, otthon hasznosítom és adom tovább a tanultakat. Talán a hivatástudat a jó kifejezés magatartásom jellemzésére.

A KFKI-ban Pál Lénárd megteremtette, folyamatosan biztosította a kutatás feltételeit, jó szemmel választotta ki a munkatársakat. A KFKI-ban lényegesen jobbak voltak a lehetőségek, mint más magyar kutatóhelyeken. Szívesen dolgoztam abban a kollektívában a neutronfizikai csoport vezetőjeként. Néhány év után a nemzetközi élvonalba soroltak minket. Megvérdtem nagydoktori diszertációm a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség szakértőjeként sokfelé jártam. Utolért az első komolyabb vezetői megbízás is, a szilárdtestfizikai laboratórium helyettes vezetője lettem.

Hamarosan újra választanom kellett. Két meghívást kaptam; az Egyesült Államokba, Brookhavenbe, és Dubnába, az akkori szocialista országok közös kutatóintézetébe, az Egyesített Atomkutató Intézetbe. Ismét Pál Lénárd tanácsát fogadtam meg: a magyar fizika érdeke dubnai munkavállalásom.

Ekkor lettél a már említett Nobel-díjas Ilja Mihajlovics Frank mellett a neutronfizikai laboratórium igazgatóhelyettese. Dubnában is jól érezted magad?

Kétségtelenül más világ, mint Magyarország vagy Svédország. Frank professzor egyenrangúnak tekintett, tiszteltem és szerettem. Máig őrzöm könyvét meleg hangú dedikációjával. Vezetői teendőim az elektronikus osztályra, a nemzetközi osztályra és a szívemhez közel álló szilárdtestfizikai (neutronfizikai) osztályra terjedtek ki. Itt egy kutatócsoportot vezettem, jó néhány magyar mellett oroszok és francia kutató is volt a csoportban. Közben sajnos egy évig állt az atomreaktor, akkor zajlott a rekonstrukciója, így addig „klasszikus” szilárdtestfizikai kutatásokat végeztem.

Három évig voltam Dubnában. Marasztaltak, de feleségem nem bírta a klímát, megbetegedett, ezért hazatértünk.

*„Minden sikeres férfi mellett áll egy nő”
– gyakran hallani ezt a megállapítást.
Rád is igaz?*

Feleségem egyetemi társam volt, matematika-fizika tanár szakon végzett. Az államnvizsga után két héttel házasodtunk össze. Ennek már negyvenhét éve. Azóta jóban-rosszban együtt vagyunk, két gyermeket neveltünk fel. Része se sikereimnek, nyugodt családi háttér nélkül képzelenség lett volna ennyit dolgozni, ennyit élni.

*Dubna után újra a KFKI és újabb nagy
változás szakmai pályádon.
Ekkor is jól döntöttél?*

Ekkor hoztam életem legjobb, máig kiható döntését. Hazatérésem után természetesen a neutronfizikai csoporttal dolgoztam tovább. Rövid idő múlva azonban Pál Lénárd felkért, hogy vállaljam el az optikai főosztály vezetését. Optikával az egyetemi évek óta nem foglalkoztam, de azzal biztattak, hogy majd megtanulom. Egyetlen kikötéssel vállaltam az új feladatot: neutronfizikai kutatócsoportom az optikai főosztály része lesz, folytathatom a megkezdett kísérleteket.

Nekiláttam optikát tanulni, ebben sokat segített Jánossy Lajos, akit zseniális fizikusnak

tartok. Később sikerült a szilárdtestfizikát és az optikát egyesíteni, legtöbb szakmai örömöm ebből származott. Azóta kutatómunkámban elválaszthatatlan egymástól ez a két irány. Nem szeretném elriasztani a nem szakember olvasókat, ezért csak címszavakban utalok legfontosabb témáinkra: intenzív lézernyaláb kölcsönhatása az anyaggal, folyadékkristályok vizsgálata neutronokkal és lézerekkel, nem-lineáris optika. A szép alap-kutatási eredmények mellett a gyakorlatban is alkalmazni tudtuk a két irányzat együttes művelését, több technológiai alkalmazást dolgoztunk ki szilárdtest lézerekre.

*Az egyre nagyobbra nőtt KFKI 1975-ben
kutatóközponttá alakult, kezdetben négy,
később öt, meglehetősen nagy tudományos
önállósággal rendelkező intézetből állt a
központ. Ezek egyike
a Szilárdtestfizikai Kutatóintézet (akkori
helyesírással Szilárdtest-fizikai Kutató
Intézet, SZFKI), amelyet közel két évtizedig
vezettél, és ahol ma is kutatsz.*

1971-től 1981-ig vezettem a főosztályt, majd 1981-ben lettem az SZFKI igazgatója. Egszen 1998-ig, az Oktatási Minisztériumba kerülésemmig vezettem a közben alaposan átalakult intézetet. Az 1980-as években intenzív belső viták folytak a KFKI-ban a szükséges változtatásokról, a kutatóközpont kormányzati segítséget is kért, hogy nemzeti laboratóriumná alakulhasson át. Magam is szükségesnek tartottam a változtatásokat. 1992. január elsején öt önálló akadémiai kutatóintézet jött létre a kutatóközpontból. A megvalósított átalakulás és annak módja még ma is viták tárgya, én azokkal értek egyet, akik jobban figyelembe vették volna a kutatók érdekeit az átszervezésnél.

Az akadémiai intézetek 90-es évek közepén végrehajtott konszolidációja az SZFKI-t is érintette, egyesült a Kristályfizikai Kutatócsoporttal, egyúttal a tényleges tevékenységet jobban jellemző nevet kapott: Szilárd-

testfizikai és Optikai Kutatóintézet. A 90-es évek történetéhez tartozik, hogy a csillebérci intézetek az SZFKI gesztorságával összehangolták anyagtudományi kutatásaikat. A „Condensed Matter Research Centre” az Európai Unió V. Keretprogramjától „Center of Excellence” (kiválósági központ) minősítést kapott. Talán nem szerénytelenség feltételezni, hogy ebben az elismerésben az én négy évtizedes szakmai és vezetői munkám elismerése is benne van.

A nem KFKI-s fizikusok is gyakran találkozhattak veled, egyre több szerepet vállaltál az Eötvös Loránd Fizikai Társulatban (ELFT), majd az Európai Fizikai Társulatban.

A szakmai, majd a szakmai és vezetői tevékenység szinte automatikusan hozta magával a szakmai közéleti tevékenységet. Ez az MTA és az ELFT különböző bizottságaiban kezdődött. 1976-tól az ELFT főtitkárhelyettese, 1985-től főtitkára, majd az 1985-90-es években elnöke voltam. Szerettem a társulati tevékenységet. Az ELFT-ben más tudományos társaságoktól eltérően a kutatók, egyetemi kutatók mellett sok általános és középiskolai fizikatanár is tag, sőt ők adják a többséget. Természetes volt, hogy sokat foglalkoztunk az oktatással, tankönyvekkel, tantervekkel.

1972-ben Szigeti György akadémikus javasolta, hogy képviseljem a magyarokat a nemzeti fizikai társulatokat tömörítő európai szervezetben, az EPS-ben (European Physical Society). *(Szigeti 1969-ben az ELFT képviselőjeként részt vett az EPS megalakításában. – JL)* Ma már magától értetődőnek tetszik Szigeti gondolatmenete, de akkor nagyon kevesen látták olyan világosan a jövőt, mint ő. Elmondta, hogy Európa előbb-utóbb egyesül, és ennek Magyarország is része lesz. Ezért mielőbb be kell kapcsolódnunk az európai szervezetekbe. Fokozatosan haladtam előre a „ranglétrán”, először a tanács, majd a szűkebb végrehajtó testület tagja lettem, 1991-93-ban alelnök, 1993-tól 1995-ig az EPS elnöke

voltam. Ma is úgy vélem, nagyon fontos volt számunkra a nyolcvanezer európai fizikust tömörítő EPS, kijáratot biztosított a világ felé, lehetőséget adott a nemzetközi kapcsolatok kiépítésére, ápolására. Aktív elnök voltam, igyekeztem jó kapcsolatot kiépíteni valamennyi tagszervezettel. Nagy figyelmet fordítottunk az alkalmazott fizikára, ezzel együtt természetesen az iparban dolgozó fizikusokra. Sok remek embert ismertem meg az EPS-ben, később sokukkal találkoztam az Európai Unió különböző testületeiben.

Említetted, hogy a kutatóintézet igazgatásával akkor hagytál fel (akkor kellett felhagynod), amikor az Oktatási Minisztériumba kerültél. Hogyan történt?

1998 nyarán az új kormány oktatási minisztere, Pokorni Zoltán helyettes államtitkára posztra hívott a minisztériumba. Hűzódóztam, nem ismertem az oktatásiirányítást, nem volt szoros kapcsolatom ezzel a területtel. A nekem szánt részterület viszont ismerős volt: tudománypolitika, nemzetközi kapcsolatok. Tanácsot kértem egyik sokat tapasztalt akadémikus társamtól, Láng Istvántól. Véleménye szerint az embernek egy-két, keveseknek három esetben adódik lehetősége arra, hogy valami fontos ügyben cselekedhessen. Nekem már volt két fontos ügyem, a Szilárdtestfizikai Kutatóintézet és az Európai Fizikai Társulat. Az Oktatási Minisztérium lenne a harmadik? Végül elfogadtam a posztot, azzal a feltétellel, hogy politikával nem foglalkozom. Szerettem volna a kutatóintézet vezetését megtartani, de ezt nem engedték meg a jogszabályok. Viszont a nyáron két hónapra elmentem Németországba, Garchingba. Két zavartalan hónapot töltöttem a laboratóriumban, remek volt. Ez volt a kikapcsolódás, a szabadságidőszak számomra. A garchingi kutatásokat a Németországban elnyert Humboldt-díj tette lehetővé. Közép-Kelet-Európából az egyik első voltam, akit ebben a jelentős anyagiakkal járó kutatástámogatásban részesítettek.

Néhány hónapja voltam még csak a minisztériumban, amikor a tavasszal esedékes akadémiai tisztújítást előkészítő jelölőbizottságtól megtudtam, hogy akadémikus társaim jelentős hányada engem javasol főtitkárnak. (1985-ben lettem levelező, 1990-ben rendes tag.) 1999. májusban a közgyűlés meg is választott. Az ezt követő hónapokban nagyon kevés idő jutott szakmai munkára. Szeptemberig társadalmi munkában még a minisztériumi teendőket is elláttam. Reggel és este néhány órát a minisztériumban voltam, napközben az Akadémián. Szombatjaimat szerencsére sikerült a KFKI-ban töltenem.

Főtitkári tevékenységedről részletesen beszámoltál a májusi közgyűlésen, erről a Magyar Tudomány is tudósított. Most csak azt kérem, hogy a sikerekből és kudarcekből említs példát.

Szerettem volna, ha erősebb együttműködés alakul ki a kutatóhálózatban az intézetek között, erőfeszítéseim kevés sikert hoztak. Szerettem volna elérni, hogy az akadémiai intézetek önállóan, teljes joggal vehessenek részt a doktori képzésben, ez sem sikerült. Sikerült viszont a kutatók és az egyetemi oktatók bérezését összekapcsolatni, megszüntetni az intézeti munkatársak bérelmáradását. Főtitkári működésem elején az intézeti igazgatók panaszkodni jártak hozzám. Később már inkább a terveikről beszéltek. Ezt a változást is sikerként éltem meg.

A főtitkári évek után a közgyűlés alelnökké választott. Ez a poszt nyilván kevesebb operatív teendővel, napi elfoglaltsággal jár. Mire használod a felszabaduló időt?

Legkisebb unokám azt kérdezte a közgyűlés után: „Most már igazi nagyapa leszel?” Igyekszem az lenni, szeretnék több időt tölteni öt unokámmal. Hamarosan egyébként már heten lesznek az unokáik!

A másik, szintén örömteli változás, hogy több időm lesz kutatómunkára. Több időt töl-

tök Csillebércen és Garchingban. Garchingban, a Max-Planck-Institute für Quantenoptikban régi kedves kutatótársam, Herbert Walther nyugdíjba ment, és jól felszerelt laborját, ahol már sok éve dolgozunk együtt, rám hagyta. Lehet, hogy később Budapestre telepítjük majd át a labort. Texasban egy professzori állást kínáltak, de csak rövidebb, néhány hetes időszakokra megyek majd Amerikába. Nagyon szép a rám váró feladat, a nanooptika meghonosítása.

Néhány évig maradnak még a brüsszeli teendők is. A korábbi kutatási biztos tanácsadó testületének tagja voltam, részt vettem az Európai Kutatási Tanács létrehozásának előkészítésében. 2000 óta az European Research Advisory Board (EURAB) tagja vagyok, még három év van hátra második tagsági ciklusomból. Ez a független tanácsadó testület javaslatokat készít az Európai Bizottságnak az Európai Kutatási Térség megvalósítására, fontos javaslatokat fogalmazunk meg az új uniós alkotmányhoz is. Brüsszelben és itthon mostanában azért érvelek, azért lobbizom, hogy az Európai Unió strukturális alapjaiból tudományos infrastruktúra-beruházásokra is lehessen költeni. Az ország versenyképességének megteremtéséhez elengedhetetlenek a tudományos infrastrukturális fejlesztések. Sokat vitatkoztunk erről különböző bizottságokban. Jóleső, hogy Brüsszelben már sikerült fontos testületeket meggyőzőn, s itthon az MTA-t bekapcsolták a Nemzeti Fejlesztési Terv előkészítésébe.

A magyar fizika számára valóban létkérdés a tervezett infrastrukturális fejlesztés. Sokat hallunk a tudásalapú társadalomról, a tudásalapú gazdaságról, de kevés konkrét lépés történik ennek érdekében. Azt is mondják, hogy a fizika nagy korszaka véget ért, inkább más tudományterületeket fejlesszünk. Hogyan éltek ezt meg a magyar fizikusok?

A magyar fizika mostanában nincs jó helyzetben. A fiatalok számára nem vonzó a pálya, nagyon alacsony pontszámokkal is be lehet jutni az egyetemekre. A jövőt illetően azonban optimista vagyok. Külföldön már túl vannak a mélyponton. Egy-két évtizedig mindenütt csökkenni látszott a fizika jelentősége, rangja. A világban azonban újra felfedezték a fizika fontosságát, igény van a fizikára, Nyugat-Európában nagy tudományos programok zajlanak. Némiképp mi is követni fogjuk a fizika reneszánszát. Ehhez azonban a szakmán belül jobb összefogásra lenne szükség.

A pályaválasztás előtt álló fiatalok nem tudják, milyen a tudomány, mit csinálnak, hogyan élnek a művelői. A fizika és a többi tudományág szépségét igazán csak belülről lehet megismerni. Az orvosi, a jogi vagy az üzleti pályára készülők nagyjából tudják, mire számíthatnak. Nem készülnek viszont fizikusnak vagy biológusnak, mert nem tudják, hogy a tudomány művelése micsoda örömeket ad, még ha szerényebb körülmények között kell is élni. Tanulmányaik során nem ismerik fel, hogy intellektuális élvezetek várnak rájuk, ha tudományos pályát választanak. Másutt is elmondtam már: a statisztika kimutatta, hogy a Francia Akadémia tagjai átlagban hét évvel tovább élnek az átlag franciánál. A magyarázat egyszerű: a tudósok nagyon szeretik azt, amit csinálnak, és ameddig bírják, aktívak.

A középiskolai oktatás ma nem szolgálja a tudományos pálya megszerettetését. Abban bízom, hogy a *Mindentudás Egyeteme* sikere ebben is kedvező változást hoz. Jelentőségét az elgondolás felvetésekor felismerem, megvalósítását mindvégig támogattam. Be kell mutatnunk a közvéleménynek, hogy mit és miért kutatunk, de nem szabad olyan eredményeket ígérnünk, amelyek teljesíthetősége erősen kétséges.

Említted, hogy a fiatalok számára ma nem vonzó a fizikusi pálya. Ha most érettségiz-

tél volna, milyen pályát választanál? Jó választás volt fizikusnak menni?

Ifjúkori döntésemet nem volt okom megbánni. Most is a fizikusi pályát választanám. Nyilván más tématerület lenne a kedvencem, valószínűleg valamilyen, a biológiához közel álló területet választanék.

A fizika egyre kevésbé diszciplína, inkább egy gondolkodásmód, problémamegoldási technika. A fizika eszközei, módszerei mind több tudományterületen jutnak fontos szerephez. A 21. században az alapvetően diszciplináris kutatásokat inter- és multidiszciplináris munka, problémaorientált kutatások váltják fel. A fizika egyre inkább tudományos problémákat megközelítő alapeszközzé, a többi természettudományok alapjává válik, olyan gondolkodási formává, amely a tudományos kutatásokon túl a társadalmi tevékenység más területein is eredményesen használható.

A szorosan vett fizikában is izgalmas, nagy felfedezések várhatók. Talán sikerül megalkotni a természet négy alapvető kölcsönhatásának egységes leírását. Ha nem, akkor pedig valami egészen újnak kell elkezdődnie. Az Univerzum történetének feltárásához tisztázni kell a sötét anyag, a sötét energia mienségét. Szeretnénk szobahőmérsékleten is szupravezetők anyagainak találni, létrehozni. Megoldásra vár az olvadás mechanizmusának, a folyadékok szerkezetének vagy az üvegszerű állapotba való átmenetnek a megértése. A turbulencia problémájával már mintegy ötszáz éve foglalkoznak, de még mindig nem értjük. Izgalmas problémák várnak tisztázásra a Bose–Einstein-kondenzátumban megvalósítható atomi lézerek fizikájában, az alkalmazások feltárásában. Az utóbbi néhány évben előtérbe került az egyedülálló atomok, az egyes fotonok vagy az egyes kvantumállapotok vizsgálata. Itt is sok újdonság vár még ránk, majd ezekre alapozva lehet visszatérni a

komplexebb rendszerekre, például a kvantumszámítógép megvalósítására. Még csak a kezdetén vagyunk, de máris fantasztikus ígéretei vannak a nanofizikának. A kvantumjelenségek, a mikro- és a makrovilág határán mozgó jelenségek feltárása, gyakorlati alkalmazása olyan jelentőségű lesz, mint a 20. századi fizika nagy felfedezései.

A nemrég véget ért 20. századra visszatérve mit tartasz legjelentősebbnek a fizika eredményeiből? Valóban a fizika százada volt a 20. század?

Jogosnak tartom ezt a meghatározást, mert egy sor a tudomány fejlődését és mindennapi életünket alapvetően meghatározó, a fizikához köthető felfedezés született. A relativitáselméletek, a kvantumfizika, a részecske- és magfizika, továbbá az anyagtudományok, energetika, információs technológiák tartoznak a legfontosabbak közé.

Rengeteget utazol. Nem nagyon fárasztó?

Az utazás a munkával, a vállalt feladatokkal jár. Megint csak a bennem élő hivatástudatot, kötelességtudatot említhetem magyarázatul. A „szokásos” tudományos utakon (konferenciák, intézetlátogatások) túl sok utazással jártak az Európai Fizikai Társulatban és az Európai Unióban betöltött tisztségek. Igyekeztem az időt mindig jól kihasználni. Útközben valamilyen probléma megoldásán gondolkodtam, a szállodában már számítógép és papír mellé ültem. Szerencsés természetem van, könnyen állok át egyik feladatról a másikra, nem zavar, ha egy megbeszélés vagy fogalmazás közben egészen más ügyben keres valaki telefonon. Ha nem egy napra mentem valahova, mint mostanában oly gyakran Brüsszelbe, időt szakítottam a város és múzeumai megismerésére.

Sok országban jártam, sokféle kultúrával találkoztam. Talán ezért is egyik kedvenc olvasmányom a *National Geographic*. Szeretnék egyszer eljutni Peruba. Sok éve

a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség tanfolyamára készültem előadónak, alaposan felkészültem Peruból is, de az utolsó pillanatban biztonsági megfontolásokból lemondták a rendezvényt.

Hobbi?

A szakmám a hobbim. Klasszikus zenét szívesen hallgatok. A szépirodalomból inkább versesköteteket veszek kézbe.

Szerencsés, sikeres ember vagy.

A szerencsésnek nevezett lépések mögött persze kemény munka, kitartó felkészülés van. Előfordult veled, hogy nem ismertél fel egy nagy lehetőséget, elmentél valami fontos mellett?

Ebben is volt részem. Körülbelül húsz éve a KFKI-ban megcsináltuk a látható fényben sugárzó felületi plazmon lézert. (A felületi plazmonok például fény által egy fém felületén gerjesztett elektron sűrűség hullámok, amelyek a fém felületén közeli teret produkálnak. Ez a felület mentén haladó új típusú fényként fogható fel, amelyre nem érvényes a diffrakciós limit.) Munkatársam nem hitt a megoldásban. Eredményünket nem küldtük el szakmai folyóiratnak, mindössze egy *KFKI Report*-ban írtuk le a lényegét. Alig három-négy éve, hogy az amerikai Bell laboratóriumban infravörösben sugárzó felületi plazmon lézert készítettek. Nagy dologról maradtunk le, az intellektuális öröm persze a miénk.

Azóta is a felületi plazmonok, a közeli tér problémái foglalkoztatnak. Kérlek, mutasd be kissé részletesebben, mi ez az új típusú fény.

Megszoktuk, hogy a fény hullámhossza határt szab az optikai rendszerek felbontóképességének, egy „újfajta fény” azonban megteremtette annak lehetőségét, hogy ezen a korláton átlépjünk. Ha egy tárgyat megvilágítunk, azt a róla visszaverődő fény segítségével

figyelhetjük meg, például mikroszkópon vagy távcsövön keresztül, mégpedig a tárgytól távolabb. Ezért a visszaverődő fény terét távoli témek nevezzük. De van ennek a fénynek egy másik komponense is, amely a „felülethez ragad”, és amelyben a mágneses komponens gyenge az elektromoshoz képest. Ezt közeli témek nevezzük. Erre a térre nem érvényes a diffrakciós limit, és ebben a fényben interferencia sem lép fel. (A diffrakciós határ ismert optikai törvény: az alkalmazott fény hullámhosszánál lényegesen közelebb levő pontok nem bonthatók fel semmilyen optikai eszközzel.)

Mivel az újfajta fényre nem érvényes a diffrakciós korlát, ezért igen kis méretű, akár három-négy atomból álló láncok, nanoszerkezetek mentén is terjedhet. Olyan körülményeket is létre lehet hozni, amikor bizonyos hullámhossztartományba (bizonyos színtartományba) eső fény nem képes terjedni a fémfelületen. Ez a lehetőség hasonló a félvezető anyagok tiltott sávjához, amelyben nincsenek elektronok, ezért lehet félvezetőkből tranzisztort építeni. Az analógia teljes: az újfajta fénnel optikai tranzisztort lehet létrehozni. Ismerjük már az újfajta fény modulálására, eltérítésére, akár nanométeres átmérőjűre való fókuszálásra szolgáló eszközöket is. A különleges fényről az is kiderült, hogy nemcsak fénnel, de árammal is lehet gerjeszteni.

Olyan optikai elemeket és chipeket hozhatunk tehát létre ennek a jelenségnek a kihasználásával, amelyek versenytársai lehetnek, sőt lekörözhetik a jelenleg használt elektronikus chipeket nagyobb elemsűrűsége-

gükkel, jóval nagyobb sebességükkel, s még egy sor előnyös tulajdonságukkal. Elemeiben ma már majdnem minden részletet ismerünk az optikai chipek létrehozásához. Legalább évtizednyi munka áll azonban még előttünk az elemek összeintegrálásához.

Engem személy szerint az újfajta fényre alapozott mikroszkóp megvalósítása foglalkoztat. Legfrissebb eredményem szerint az újfajta fény, a plazmonok kvantumfizikai tulajdonságokat mutatnak, noha klasszikus egyenletekből vezethetők le. Így a világon elsőként sikerült egy olyan rendszert találni, amely bár a makroszkopikus világ része, mégis a mikroszkopikus világ törvényeit követi. Messze vezethetnek ennek az izgalmas eredménynek ma még beláthatatlan távlatai.

Az újfajta fény felfedezése olyan paradigmaváltás forrása lehet, mint a transzatlanti közlekedésben a hajóról a repülőre való átállás vagy az elektroncsövekről a tranzisztorokra való áttérés. Ez lesz a „fényes új világ”. Ezért is vagyok biztos abban, hogy – mint már említettem – a 21. század a fizika reneszánszát hozza el.

Nemrég erről tartottam előadást a Min-dentudás Egyetemén. Ott azzal a jóslattal fejeztem be az előadást, hogy az új fény alkalmazásai tíz-tizenöt év múlva a mindennapi élet részei lesznek. Magamnak azt kívántam, hogy alkotó részese lehessenek ennek az izgalmas időszaknak.

*A beszélgetést megköszönve
eredményes alkotó éveket
és „igazi” nagypapaságot kívánok neked.*

Tudós fórum

A TUDOMÁNY VILÁGFÓRUMA ISMÉT BUDAPESTEN 2005. november 10–12.

Az előzmények 1999-re vezethetők vissza, amikor az UNESCO (az ENSZ Oktatási, Tudományos és Kulturális Szervezete), valamint az ICSU (a Tudomány Nemzetközi Tanácsa, vagyis a világ nem kormányzati tudományos szervezeteinek szövetsége) együttesen Budapesten tartották a Tudomány Világkonferenciáját. A rendezvényen 134 ország illetve nemzetközi szervezet képviselői mondták el véleményüket a 21. század aktuális tudománypolitikai kérdéseiről. A világ mintegy ezer neves tudósa pedig huszonöt szekcióban vitatta meg a tudomány és a társadalom kölcsönhatásait.

A Világkonferencia Magyarország számára nagy nemzetközi sikert és elismerést hozott. Ennek jellemzésére csak egy adat: az UNESCO Közgyűlésén, 1999. november elején a Természettudományi Szekció ülésén Maurizio Iaccarino főigazgató-helyettes tájékoztatta a jelen lévő küldöttségeket a budapesti rendezvényről. Igen hízelgő értékelést adott a magyar hozzájárulásról. Az általános vitában hetvenhárom ország delegációja mondott köszönetet a magyar kormánynak vagy a Magyar Tudományos Akadémiának.

Később Gulyás Balázs, az MTA külső tagja azt javasolta, hogy Magyarország rendezzen két évente World Science Forum-ot (Tudomány Világfórumát). A javaslatot felkarolták. Az egymást követő magyar államfők

és kormányok egyaránt megadták, illetve megadják az ehhez szükséges erkölcsi és anyagi hozzájárulást, támogatást. A Magyar Tudományos Akadémia vezetői elvállalták a szervezéssel, végrehajtással járó tevékenységet. A stratégiai cél az, hogy Budapest olyan fogalomná váljon a tudomány területén, mint Davos a világgazdaság vonatkozásában. Nagyívű terv, de véghezvihető, ha lesz elég türelem és következetesség a megvalósításban.

Az első ilyen rendezvényt 2003. november 10–12. között tartották Budapesten. Az együttműködő partnerek az UNESCO, az ICSU és az Európai Unió voltak. A Fórum a tudásalapú társadalom kérdéseivel foglalkozott. Kereken háromszáz neves külföldi és száz magyar tudós vett rajta részt. Ez a rendezvény is sikeres volt tartalmi és szervezési vonatkozásban egyaránt. Ezzel megalapozódott a további világfórumok budapesti megtartásának lehetősége.

Közeledik a második Tudomány Világfóruma, amelyre 2005. november 10–12. között kerül sor Budapesten. A rendezvény fő témája: tudás, etika és felelősség.

A rendezés alapvető struktúrája hasonló a 2003-ban tartott fórum beosztásához: plenáris ülések és tematikus szekcióülések a Magyar Tudományos Akadémia székházában és záróülés a Parlament Felsőházi termében. Ezúttal is 250–300 külföldi vendégre és száz magyar résztvevőre számíthatunk.

A fórum témája összetett és aktuális: a tudás, az etika és a felelősség viszonyát vizsgálja a legkülönbözőbb nézőpontokat, véleményeket figyelembe véve. Másként viszonyul ehhez a témához a tudós, akinek döntenie kell: tudományos eredményeit, felfedezéseit hogyan, mikor ossza meg kollégáival, illetve a politikai, gazdasági élet döntéshozóival. Osztozik-e a tudóssal a felelősségben az a politikus, aki a tudományos eredményeket felhasználva hoz meg egyes döntéseket? Az üzleti szféra fontos versenylőnyt lát a tudományos eredményekben és a kutatás-fejlesztésben, azonban érdekei sokszor ellenkeznek a tudományos nyilvánosság érdekeivel. S persze az ősi kérdés: előbbre jut-e a világ a tudás, a tudomány által? Csökken-e a szakadék a fejlettek és a harmadik világ között, javul-e mindannyiunk életminősége, megóvjuk-e a környezetet a jövőendő nemzedékek számára? Többek között ezekre a kérdésekre keresi a választ a második Tudomány Világfóruma.

Természetesen a rendezvénynek az is célja, hogy erősítse Magyarország nemzetközi tekintélyét, és emelje ki a Magyar Tudomány Akadémia nemzetközi tudományos életben és a tudománypolitikában betöltött innovatív szerepét.

A fórum időpontjának kiválasztása tudatos volt. November 3. – a Magyar Tudomány Ünnepe, melyet egyhetes hazai tudományos rendezvénysorozat követ. November 10-ét pedig az UNESCO már korábban a Tudomány Világnapjává (World Science Day) nyilvánította. Ily módon időben egybeolvad Budapesten a magyar és a nemzetközi megemlékezés a tudományról, annak társadalmi kapcsolatáról és egyúttal a tudósok felelősségéről, az emberiség, a technikai

haladás és a környezeti értékek közötti harmonikus viszonyok megteremtéséről.

A plenáris ülések előadói között neves tudományos, gazdasági és közéleti személyek vannak: Lámfalussy Sándor, az Európai Monetáris Intézet első igazgatója, Janez Potocnik, az Európai Unió tudományügyi főbiztos, Goverdhan Mehta, az ICSU elnöke, Lu Yongxiang, a Kínai Tudományos Akadémia elnöke, Csulabhorn Mahidol (Chulabhorn Mahidol) thaiföldi herceg, kutatóintézeti igazgató, El Hasszan bin Talal (El-Hassan bin Talal) jordániai herceg, a Római Klub elnöke, Alan I. Leshner, az American Association of Advanced Studies elnöke, Iszmail Szerageldin (Ismail Serageldin), az Alexandriai Könyvtár igazgatója.

Részt vesz továbbá a rendezvényen Macuura Koicsiro, az UNESCO főigazgatója, aki UNESCO Díjakat fog átadni a Tudomány Világnapja alkalmából.

Az egyes szekcióülések témái a következők:

1. A tudósok és a politikai döntéshozók megközelítési módszerei
2. A szellemi kapacitás képzése és ennek felhasználása
3. Az üzleti világ szerepe
4. A fejlődő világ
5. A környezet jövője
6. A jövő nemzedék képzése

Speciális üléseket is szerveznek a fórum idején (*A tudomány a demokratikus világért: a parlamentek szerepe, Tudás, etika és felelősség a tudományos újságírásban*). Sor kerül egy izraeli-palesztin kerekasztal-megbeszélésre is *Tudomány a békéért* címmel.

Hencsey Gusztáv

JUHÁSZ-NAGY PÁL-DÍJ ALAPÍTÁSA

A NEST (Új Európai Iskola az Elméleti Biológiáért és az Ökológiáért) Alapítvány és az MTA (Magyar Tudományos Akadémia) megalapította a Juhász-Nagy Pál-díjat.

A névadó a közelmúlt hazai tudományos életének egyik legkiemelkedőbb személyisége; munkássága legjavát az Alapítvány által támogatott területen fejtette ki. Iskolateremtő egyéniség, nagy hatású egyetemi tanár, Széchenyi-díjas akadémikus volt.

A díjat vagy kiemelkedő egyszeri teljesítményért, vagy jelentős életműért lehet megkapni az elméleti biológia és az ökológia területén végzett munkáért. A jelölés csak magánszemélytől más magánszemély(ek)re érkezhetsz az alapítványhoz.

Az anyagi források függvényében a díj minden évben egyszer adható ki. Mindenkor összege nem haladja meg, de elérheti az Akadémiai Díj összegét.

A díj eszmei háttéréhez az MTA is hozzájárul. A díj anyagi fedezetét az alapítvány biztosítja. A Díjbizottság a NEST Alapítvány Akadémiai Tanácsadó Testületéből (három személyből) és az MTA által delegált két személyből áll majd, akiket az MTA elnöke és a Biológiai Tudományok Osztályának elnöke kér fel. A döntés szótöbbséggel történik.

A díj átadására több rangos díjhoz hasonlóan a Magyar Tudományos Akadémián, a Tudomány Napján kerül sor. Az átadást követően az MTA Biológiai Tudományok Osztályának szervezésében a díjazott nyilvános előadást tart, lehetőleg a díjazott témából vagy annak egy részéből, melynek megfelelően szerkesztett, írott változata a Magyar Tudomány folyóiratban is megjelenik.

A jelöléseket minden évben október 20-ig kell az NEST Alapítvány Kuriatóriuma Elnökéhez eljuttatni (Papp László, Magyar Természettudományi Múzeum, 1431 Budapest, Pf. 137.)

PÁLYÁZATI FELHÍVÁS

A Magyar Germanisták Társasága pályázatot ír ki a

GRAGGER RÓBERT-DÍJRA

melyet Vizkelety András akadémikus, a Magyar Germanisták Társaságának tiszteletbeli elnöke alapított. Átadására minden páros évben – első alkalommal 2006-ban – kerül sor. A díj alapítása a következő célkitűzéseket követi:

- A germanisztikai kutatások jelentőségére kívánja felhívni a tudományos közvélemény figyelmét.
- El kívánja ismerni a germanisztikai kutatásokban elért kiemelkedő teljesítményt.
- Jelentős pénzüsszeggel kívánja támogatni a díjazott germanisták további kutatómunkáját.

A díj elnyerhető

- a jelen nyílt pályázaton való részvétel,
- a magyarországi germanisztika felsőoktatási műhelyei vagy kutatóhelyei által történt jelölés, vagy
- a Pro Germanistica Hungarica éremmel már díjazott személy javaslata alapján.

A díj ünnepélyes átadására a Magyar Germanisták Társaságának 2006. évi rendes közgyűlésén kerül sor.

Pályázati feltételek:

- A pályázati határidő lejártakor 40 év alatti életkor.
- A díjazásra benyújtott, 5 évnél nem régebben megjelent tudományos mű (monográfia, tanulmány, szövegkiadás).
- Szakmai önéletrajz.
- A tudományos publikációk jegyzéke.

A pályázatot 2005. december 31-ig a következő címre kell eljuttatni:

Magyar Germanisták Társasága, Kertész András elnök – 4010 Debrecen, Pf. 47.

Nemrégiben ünnepelte 75. születésnapját Enyedi György akadémikus, aki 1996 szeptemberétől 1999 augusztusáig lapunk főszerkesztője volt. Sok szeretettel gratulálunk! – a *Szerkesztőség*

Vélemény, vita

HOZZÁSZÓLÁS BALÁZS ERVIN ÉS TÁRSAINAK ÁLLÁSFOGLALÁSÁHOZ

Darvas Béla

az MTA doktora, címzetes egyetemi tanár
MTA Növényvédelmi Kutatóintézete
Ökotoxikológiai és Környezetanalitikai Osztály
bdarvas@freemail.hu

E lap 2005. augusztusi száma közölte Balázs Ervin és társainak 2005. március 10-i véleményét a genetikailag módosított és a hagyományos fajták egyidejű termesztetőségéről, amely először a *Magyar Mezőgazdaság*-ban június 22-én jelent meg. Ehhez Heszky László július 27-én csatolta kitűnő kiegészítéseit. Az állásfoglalásnak az MTA folyóiratában változtatás nélkül megismételt változatához – saját vizsgálataink alapján – tartalmi, szerkezeti és formai kritikámat fűzöm.

Tartalmi kifogásaim. Az állásfoglalás azt állítja, hogy kukorica esetében 13-20 méter izolációs távolság elégséges a fajtahibridképződés megakadályozásához. Ez a jelenlegi termesztési gyakorlattal (vö.: Darvas, 1997) ellentétes állítás, illetve annak szélső esetére lehet igaz. Tehát ha a virágzási idők csak részben fedik át egymást, ha szélcsön-des pollenszórási periódus van, akkor a jelzett izolációs távolság akár elégséges is lehet. Továbbá kétségtelen az is, hogy a kukorica-pollen növényállományba való penetrációs képessége gyöngye, amit saját vizsgálatainkban három címerezett szegélysor hatása is igazolt. Eltérő viszont a nagy táblatömbök egymásra való hatása és a pontszerűnek

tekinthető pollenforrások helyzete (a családi gazdaságok jellemzője), ahol a pollent a széláramlatok felemelik, majd arrébb leejtik. Pontszerű pollenforrásponttól 200 méterre, 10 nap alatt, 1 méter magasságban, szilikonolajos fogólapokon mérve még 1 pollen/cm²-es érték volt mérhető, ami még versenyhelyzetre alkalmas mennyiséget jelent a megporzásban (Darvas et al., 2004). Uralkodó szélirány mentén hatszor annyi pollen ragadt a fogólapokra, mint átlagosan.

Bálint Andor (1980) szerint 100 méteres távolságban 5 % volt a fehér színű kukoricával jelzett hibridképződési arány, amely hímszteril fajtáknál ennél is magasabb. Polgár A. Lászlóval végzett elővizsgálataink szerint a DK-440 sárga szemszíne 10%-ban jelent meg a 200 méterre lévő címerezett fehér színű jelzőkukoricában, viszont az ettől 800 méterre lévő, gyöngye pollenhozamú DK-440 sárga színének megjelenését még eltávolított címer esetén sem észleltük. Viszont bő pollentermő képességű (kb. ötszöröse a DK-440-nek), barna színű díszkukorica szemszíne megjelent az 500 méterre elhelyezkedő címerezett fehér színű jelzőkukoricában (Polgár A. L. és Darvas B., 2003, K-36-01-00017/2002 KvVM,

zárójelentés). E számok nagyságrendileg nem igazolják a vitatott állásfoglalást, amely néhányszor tíz méteres megporzási távolságról beszél.

A mezőgazdasági miniszter által feltett kérdés még egy növény esetében is többfelé ágazik. A fajták pollentermő képessége nagymértékben eltérő, tehát részletesebb elemzés nélkül általánosítani nem lehet. Az időjárást sokféle tényező együttesen alakítja (szélviszonyok, UV-sugárzás, páratartalom), amely a pollen terjedésére és életképességére jelentős hatást gyakorolhatnak. Az állásfoglalás nem vitatja meg a rovarok általi pollenterjesztést (például kukoricánál kukoricabogár).

Szerkezetet érintő megjegyzéseim. A feltett kérdés általános volt, a válasz kukoricára vonatkozó. Az anyag legsúlyosabb hibája az, ami hiányzik belőle. Kikerüli például, a rovarporozta növények körét, közöttük is a repcét, amely Földközi-tengeri géncentrummal bír, azaz fajhibrid-képzésre is képes, és magpergés miatt gyommá is válhat. Az Egyesült Államokban emiatt külön kezelésben részesítik a táblákat, amely új problémát jelent a valamely gyomirtóra rezisztenssé tett fajták esetében. Visszatérve a rovarokra, a házi méh gyűjtési körzete a 6 kilométert is eléri. Az állásfoglalásban tehát a hazai növények megporzásának fő csoportjait figyelembe véve kellett volna elindulni, és növényenként véleményt mondani (lásd Heszky, 2005). Ebben az európai géncentrumú, sok rokonfajjal rendelkező növények méltatása növényökológus feladata. Ez valóban jelentős szakterületi ismereteket igénylő munka lett volna, amely ismeretek birtoklása esetén lehetett volna vállalkozni a feladatra.

Az első generációs GM-növények egy része toxinképzésre képes. A *MON810*-es eseményt tartalmazó DK-440 BTY (*Yield-Gard*) által megporzott, toxint eredetileg nem termelő anyavonal magjai már abban az évben Cry1 toxint termelnek. A pollennel átvitt *cry1* gén tehát már abban az évben a

szemek egy részében „megszólt” (Székács A. – Gharib, A. – Juracek J. – Ernst A. – Darvas B. (2003): BIO-00042/2000 OM, zárójelentés). Ez mindenképpen jelentős figyelmeztetés a biotermesztők felé, hiszen termékük minőségének változásáról van szó. Mint a nemkívánatos génszőkés következménye, a genetikailag módosított növények táplálkozás- és takarmányozástani méltatása sem lett volna elkerülhető egy körületekintő anyagban (lásd Pusztai et al., 2003), amely valóban képviselni szándékozott korunk ebbéli tudását. Ugyanez vonatkozik a társadalmi-gazdasági hatásokra is (lásd Heszky, 2005).

Formai észrevételeim. Az FVM minisztere az MTA elnökéhez fordult, s állásfoglalást kért arra, hogy miként termeszthetők együtt növényfajták úgy, hogy a keresztbeporzás ne okozzon konfliktusokat az eltérő termesztési módok között. Az MTA elnöke *ad hoc* bizottságot hozott létre. Az elnök úr válaszáiban nem érzékelem a szakmai osztályok és szakbizottságok szerepét. Ezért fordulhatott elő, hogy bár a kérdés főként környezet-tudományokat érint, az *ad hoc* bizottságban sem az ökológiát, sem a botanikát, de az ökológiai termesztést sem képviselte hitelesen senki. Szinte törvényszerűek ilyenkor olyan hibák, amelyen egy egyetemi hallgató kritikai érzéke is fennakad. Nem kifogásolnám ismeretterjesztő anyagban, de az Akadémia tudományos állásfoglalásának feltüntetett anyagában mindenképpen az alábbi megjegyzést „...*az egyes növények hímivarsejtje, a pollen*”. A pollen a mikrospórával homológ. Az ivarsejt csak későbbi sejtosztódások terméke, ahogyan ma növényélettani tanulmányok során oktatják. Hogyan is lesz egy ilyen gyöngeségű anyagból minden szakmai fórumot bejáró, több lapban megjelenő állásfoglalás? Miként adja hét szerzője ennek az „Akadémiai állásfoglalás” címet a *Magyar Mezőgazdaságban*? Miért öt hónappal később jelenik meg az MTA folyóiratának *Tudósforum* rovatában, mintha valós vita tár-

gyát képezhetné egy már leadott állásfoglalás? Mind válaszra szoruló kérdések.

Egy koegzisztencia-törvényhez tartozó rizikóanalízisnek a legrosszabb esettel kell számolnia (kukorica estében például virágzási egybeesés, nagy pollentermő képesség, uralkodó szélirányban való elhelyezkedés, pontszerű pollenforrás, hímsteril fajta, a biotermesztés zérótoleranciája), amire az állásfoglalás kísér-

letet sem tett. Személyesen azt gondolom, ez az állásfoglalás nem az, ami tanácsként az ország növénytermesztésének iránymutató. A környezetvédelmi tárcának – melynek ezzel kapcsolatos szakértője vagyok – június 15-én javasoltam az állásfoglalás figyelmen kívül hagyását. Ezzel egyidejűleg véleményemről Balázs Ervint szóban és írásban is informáltam.

IRODALOM

- Balázs Ervin – Bedő Z. – Dudits D. – Fésüs L. – Nagy J. – Salgó A. – Schmidt J. (2005): Akadémiai állásfoglalás. Magyar Mezőgazdaság. **60**, 22, 16–17. Állásfoglalás a génmódosított, a hagyományos és a biotermesztett növények adott térségben együtt folytatott termesztésének kérdésében. Magyar Tudomány. **166**, 1026–1028.
- Bálint Andor (1980): *A vetőmagtermesztés genetikai alapjai*. Mezőgazdasági, Budapest, 1–171.
- Darvas Béla (1997): *A genetikailag módosított élőszervezetek kibocsátásának környezeti kockázatai*. Fenntartható Fejlődési Bizottság kiadványa. KTM, Budapest, 1–64.
- Darvas Béla – Csóti A. – Gharib, A. – Peregovits L. – Ronkay L. – Lauber É. – Polgár A. L. (2004): Adatok a Bt-kukoricapollen és védett lepkefajok lárváinak magyarországi rizikóanalíziséhez. Növényvédelem. **40**, 441–449.
- Heszky László (2005): Egy állásfoglalás margójára. Magyar Mezőgazdaság. **60**, 30, 18–20.
- Pusztai Árpád – Bardócz Zs. – Ewen, S. W. B. (2003): Genetically Modified Foods: Potential Human Health Effects. In: D'Mello, J. P. F. (ed.) *Food Safety: Contaminants and Toxins*. CAB International. Wallingford, Oxon, UK. 347–372.



Megemlékezés

„Amíg a sors megengedi, és ehhez magamban megfelelő képességet és készséget is érzek, változatlanul folytatom azt a pályát, amelyen életem nagyobb részét (és számomra értékesebb részét) töltöttem. Hiszen éppen ennek köszönhetem, hogy semmiféle közéleti siker nem gyűrt hatalma alá, hogy mindenkor emberi viszonyok között tudtam élni, és nem követeltem nagyobb szerepet a nép közös kenyeréből, mint ami arányban állhatott a nemzeti



CSIKÓS-NAGY BÉLA
(1915–2005)

jóléthez való hozzájárulásommal.” (Részlet Csikós-Nagy Béla életút-interjújából. *Reform, rendszerváltás, modernizáció. Tanulmányok Csikós-Nagy Béla akadémikus 80. születésnapjára*. Akadémiai Kiadó – Magyar Közgazdász Alapítvány, Budapest, 1995)

Csikós-Nagy Béla a szegedi Ferencz József Tudományegyetemen hallgatott jogot. Tudományos érdeklődése már itt megmutatkozott: egyetemi pályázat elnyerésével két alkalommal is Bécsben (jórészt a bécsi egyetem könyvtárában) tölthette a nyári hónapokat. Joseph A. Schumpeter, Ludwig von Mises, Robert Liefmann néhány művét dolgozta fel, és Othmar Spann univerzalizmusával ismerkedett. Közvetlenül egyetemi éveit után a berlini Collegium Hungaricumban ösztöndíjasként töltött egy évet. Akkor Friedrich von Gottl-Ottilienfeld, Otto von Zwiedineck-Südenhorst, Adolf Wagner és Werner Sombart műveivel ismerkedett. Ta-

nulmányozta azokat az új kérdéseket, amelyeket a nemzetiszocialista uralom állított a figyelem középpontjába, és foglalkozott a német háborús pénzpolitika kérdéseivel. Egyetemi tanára, Surányi-Unger Tivadar úgy kívánta, hogy ezt követően a Rockefeller Alapítvány ösztöndíjasként az USA-ban folytasson kutatómunkát. Ehhez mint volt ösztöndíjas és a sáncusai egyetem rendszeresen meghívott vendégtanára, jó kapcsolatai révén érdemleges segítséget tudott volna

adni Csikós-Nagy Bélának. Az útra a második világháború miatt nem került sor. Ennek elmaradása szinte egész későbbi életét hátrányosan érintette.

A Gyáriparosok Országos Szövetségének megbízásából 1940-ben Németországban tanulmányozta Európa háború után várható gazdasági rendjét érintő különböző német elképzeléseket. Ennek eredményeként született meg *Nagyteergazdaság* című műve, amely 1945 után indexre került. Jóllehet ez a munka a ma gazdasági integrációnak nevezett folyamattal foglalkozott, – érthetően – nagy ellenérzést váltott ki sokakból. Varga István, a Gazdaságkutató Intézet igazgatója is bírálta azért, hogy nem szentelt kellő figyelmet az egyre inkább érezhető német agressziónak és az ezzel összefüggő lehetséges jövőbeli fejleményeknek. Arra biztatta Csikós-Nagy Bélát, hogy foglalkozzék a magyarországi német tőkepenetrációval. Ez a

munka is elkészült, de erre már sem a szerző, sem a megrendelő nem talált kiadót.

A II. világháború után Csikós-Nagy Béla a gazdaságirányítás sűrűjébe került; bár korántsem volt „marxista” közgazdász, sokirányú szaktudását, kiváló elméleti és gyakorlati érzékét az akkori hatalom sem kívánta nélkülözni. A gazdaságirányítás iránti elméleti érdeklődése már a szakmai pályafutása elején jelentkezett. Nagyapja és édesapja is a nagy gazdasági válság idején veszítette el szerény vagyonát, és Csikós-Nagy Bélát feszítette a kérdés: hogyan lehetne megakadályozni az ilyen válságok megismétlődését? Az 1930-as években a Szovjetunió gazdasága „töretlenül” fejlődött, amit akkoriban a tervgazdálkodás javára írtak. John Maynard Keynes, Arthur Cecil Pigou munkássága, Eugen von Böhm-Bawerk nézetei győzték meg Csikós-Nagy Bélát arról, hogy az államnak nagyon komoly gazdaságszervező funkciókat is vállalnia kell. Igaz, Csikós-Nagy Béla már az 1940-es években is látta a szovjet rendszer hibáit: 1941-ben készítette el *A szovjet gazdaság három Achilles-sarka* című, nagyobb lélegzetű tanulmányát.

Az 1950-es és 1960-as években tudományos kutatásai, elemzései, értékelései mindvégig hivatali munkájához kötődtek: szorosabb munkaterületéhez kapcsolódó könyveket, tanulmányokat publikált itthon és külföldön egyaránt. 1956-ot követően sikerült megalapítani az Árhivalt, amely már a nevében is jelezte, hogy szakítani kíván a korábbi gazdaságirányítási rendszer egyik legfőbb hibájával, a naturáliákra való összpontosítással, és vissza akarta helyezni jogaiába az árat mint közgazdasági alapkategóriát. E hivatal munkájának elméleti megalapozásául született meg 1958-ban Csikós-Nagy Béla II. világháború utáni első jelentős könyve, az *Árpolitika az átmeneti gazdaságban*, amelyet a Szovjetunióban, majd Lengyelországban is kiadtak. *Árpolitika, árelmélet* címen azután még több könyvet is publikált. E

művek iránt igen nagy érdeklődés nyilvánult meg Nyugaton és Keleten egyaránt. A nyugati közgazdászok a szocialista tervgazdálkodás mindenkori állapotát, fejlődésének várható irányait kívántak megtudni belőlük, míg a „szocialista tábor” többi országában gyakorlati útmutatóként használták. Az 1980-ban megjelent *A magyar árpolitika. Az 1979/80-as árrendezés* című könyvét Japánban, Kínában és Algériában is kiadták. Csikós-Nagy Béla azonban különösen arra volt büszke, hogy a *Szocialista árelmélet és árpolitika* című könyvét a magyar megjelenése után csaknem két évtizeddel (!) is lefordításra méltónak találták a Kínai Népköztársaságban; akkor, amikor már Magyarországon régen lezajlott a rendszerváltozás.

Csikós-Nagy Bélát aktív hivatali éveinek lezárultával is a mindenkori aktualitások foglalkoztatták – természetesen úgy, ahogyan az az idős kutatókkal általában lenni szokott: nem a részleteket vizsgálta, nem alapkutatásra összpontosította energiáit, hanem a nagy összefüggéseket kívánta átlátni és megvilágítani. Az 1980-as évek végén például azt szorgalmazta (nem kis ellenállást kiváltva), hogy a KGST-n belül minél később térjenek át a szabad devizás elszámolásra. Azzal érvelt, hogy a Szovjetunió a sajátos, torz KGST-beli árendszert révén évente legalább 1-1,5 Mrd dollár rejtett támogatást nyújt Magyarországnak. (Ezt pedig kevesen tudhatták nála pontosabban!) A magyar külkereskedelmi és költségvetési mérleg 1990-es évek elején bekövetkezett felborulását is részben a dollárelszámolásra való – szerinte elhamarkodott – áttérésre vezette vissza. Az 1990-es évek elején-közepén Magyarország európai integrációjának kérdéseit is vizsgálta – megint nem a részletek oldaláról. Azt kutatta, hogyan lehetne Magyarország a nyertese ennek az új nemzetközi munkamegosztásnak, s a mindenkori gazdaságirányítókön számon is kérte nemzeti érdekeink következetes képviselését, érvényesítését. Minden intézkedést

aszerint ítélte meg, mennyiben viszi előre a magyar gazdaságot. Éppen emiatt hihetetlen határozottsággal és korát meghazudtoló vehemenciával szállt síkra minden demagóg, populista gazdaságpolitikai lépéssel szemben. Gazdaságpolitikai nézetrendszerének kiváló összefoglalója *A XX. század magyar gazdaságpolitikája* című nagyigényű munkája, amely 1996-ban jelent meg.

Az 1990-es évek közepén kezdte behatóbban tanulmányozni a globalizációt, főleg annak gazdasági vonatkozásait. Főleg, de nem kizárólag ezek a vonatkozások foglalkoztatták. A *Price and Power* című könyvéből (amelynek szövegét egyik Amerikában élő barátja, Elek S. Péter közgazdászprofesszor gondozta) kiderül: egyre nyilvánvalóbbá vált számára, hogy a gazdasági fejlődés fő nyertesei a nemzetközi nagyvállalatok és általában a tőketulajdonosok, akik az informatikai forradalom révén percek alatt tudnak hatalmas vagytonokat körbeutaztatni a Földön. A nemzetközi pénzügyi (és így az egész gazdasági) rendszer ebből fakadó instabilitásának mérséklését elsőrendű, azonnal megoldandó feladatnak tartotta.

A globalizált világ egyéb problémái is felkeltették az érdeklődését; közülük is kiemeltették a környezetet ügyle. Bár jóval nyolcvanadik életévének betöltése után merészkedett erre a terepre, nagyon sok munkát tanulmányozott át. A belőlük leszűrt tanulságok bele is kerültek „hattyúdarába”, a *Közgazdaságtan a globalizáció világában* című kétkötetes műbe, amelyhez egyik nagy tisztelője, Glatz Ferenc akadémikus írt rendkívül elismerő méltatást tartalmazó előszót. Hogy e szavak mögött tényleges elismerés, nem pedig udvariasság állt, az bizonyítja, hogy a könyv megjelenése utáni évben, 2003-ban Csikós-Nagy Béla kapta a Pro Renovanda Cultura Hungariae Alapítvány életműdíját.

Ezt szánta utolsó könyvének. Ha ezzel készen lesz, többé nem dolgozik – ígérte

tréfásan. Aztán eszébe jutott, hogy még angol nyelven is ki kellene adni. Csaknem két évig dolgozott a fordítás megszervezésén, ellenőrzésén. Mikor az angol fordítás elkészült, úgy véltük, hogy nem jár majd be többet a Magyar Közgazdasági Társasághoz (mert addig minden nap ott töltötte a délelőtti órát, ha esett, ha fűjt!). Nem így történt! „Meggondoltam magam – mondta mosolyogva. – Egy Svájcban élő barátom, Nötöl Rudolf, aki még csak 93 éves, felajánlotta, hogy írjunk egy könyvet közösen.”

Legutóbbi műveinek jövőbe mutató tanulsága, hogy a világgazdaság és általában a világ fejlődésében új utakat kell találnia az emberiségnek. Mielőbb véget kell vetni a nyugati kultúra, de azon belül is főleg az angolszász gazdasági modell erőszakos, világméretű terjesztésének, hisz más kontinensek népei más értékrendeket követnek, amelyekhez éppen annyira ragaszkodnak, mint a nyugati ember a sajátjához. A XXI. század elejének borzalmas mérényletei fájdalmas felkiáltójelet rajzoltak Csikós-Nagy Béla intelmei mögé!

Csikós-Nagy Béla munkásságának csak egyik, talán nem is a legfontosabb része a tudományos teljesítmény. A tudósok, különösen a társadalomtudományokkal foglalkozók teljesítményét nagyon nehéz lemérni. Jobb híján idézettségimutatókkal súlyozva szokásmérlegre tenni az eredményességet. Csikós-Nagy Béla sokkal könnyebb helyzetben volt: rengeteget tehetett hazájáért, azért az országért, amelyet sohasem volt hajlandó elhagyni egy tágabb horizontot kínáló tudományos karrierért. Hosszú hivatali pályafutása során mindig a gazdasági racionalitás, a hatékonyság, a teljesítményelv érvényesítéséért szállt síkra – egy olyan közegben, amely gyakorta csak megtűrte ezeket az elveket, sokszor éppen ezekkel szemben igyekezett haladni. Ennek ismeretében válik különösen értékké, hogy Csikós-Nagy Béla 27 éven át megszakítás nélkül a gazdasági kabinet tagja tudott ma-

radni, és közmondásos bátorsággal harcolt igazáért.

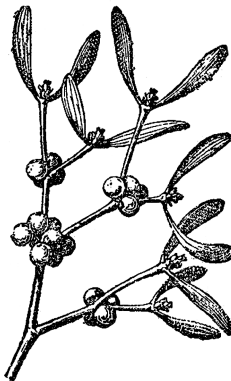
Tevékenységének további fontos eleme volt a szakmai közélet szervezése. 1959-től, újjászervezésétől kezdve dolgozott a Magyar Közgazdasági Társaságban. Előbb a Pénzügyi Szakosztály, majd az egész szervezet elnöke lett. Páratlanul hosszú időn át: kerekén húsz esztendeig irányította ezt a nagynevű szakmai közösséget. Az ő vezetésével vált a korábban meglehetősen elitista MKT olyan szervezetté, amely a tudomány művelői mellett a vállalatoknál és az államigazgatásban dolgozó közgazdászok ezreit is tömörítette. Az 1970-es, 80-as években az MKT igazi „ellenzéki” szervezetként működhetett: a fórumain – az akkori szokásoktól eltérően – nyílt viták folyhattak az ún. kényes kérdésekről is. Az MKT budapesti és vidéki előadásai, vitái, de

különösen az évente megtartott közgazdász-vándorgyűlések és a fiatal közgazdászok országos találkozói népszerű, de magas szakmai színvonalú rendezvények voltak, amelyek nagyon sok szakembert mozgattak meg.

Csikós-Nagy Bélát 90. évében, munka közben érte a halál. Legutóbbi könyvének angol nyelvű kiadásán dolgozott. Május 27-én, pénteken kellett volna megérkezniük a nyomdából az első példányoknak. A tiszteletpéldányok magyar és angol nyelvű kísérőlevelét precízen előkészítette. A könyvek azonban késtek: sajnos csak hétfőn érkeztek meg. Már nem vehette a kezébe őket: május 29-én reggel örökre eltávozott.

Halm Tamás

a Nemzeti Fejlesztési Hivatal elnökhelyettese,
a Magyar Közgazdasági Társaság főtírkára



Kitekintés

REALISZTIKUS GEODINAMÓ-MODELL

A Föld belsejének modellezésével foglalkozó kutatók számítási eredményeiket csak a felszínen megfigyelhető jelenségekkel, a Föld mágneses terével vethetik egybe. Különböző feltevéseket tesznek a Föld magjában kavargó olvadt vas viselkedésére. Meglepő módon az eltérő geodinamó-feltételezések nagyjából azonos felszíni mágneses teret adtak ki, nem lehetett dönteni a modellek között.

Japán kutatók a világ egyik legnagyobb számítógépén minden eddiginél realizisztikusabb modellszámításokat futtattak. Az Earth Simulator nevű gép új korában világelső volt, ma 4., a kutatók a gép 5120 processzorának mintegy tizedét használva 6500 órát futtatták számításukat. A korábbi modellekben az áramló folyékony vas sűrűlódásából adódó erőhatás összemérhető volt az elektromos áram keltette erőhatásokkal. Az új számításokban a sűrűlódás elhanyagolhatónak adódott, ahogy az elmélet szerint lennie is kell.

A modell kiadta a Föld mágneses terének időnkénti pólusváltását is. A modell további finomítása, még realisabb bemenő adatok felhasználása elvezethet a földmag viselkedésének, a mélybeni „időjárásnak” az előrejelzéséhez is. Remélhetően választ kaphatunk arra a kérdésre, hogy a mágneses tér erősségének az utóbbi százhetven évben tapasztalt 10 %-os gyengülése egy közelgő pólusváltás előjele-e. A Föld múltjában átlagosan százezer éveként következett be egy pólusváltás, a legutóbbi óta viszont már 780 ezer év telt el.

X: Threshold Crossed on the Way to a Geodynamo in a Computer. Science. 15 July 2005, **309**, 364–365.

Takahashi, Futoshi – Matsushima, Masaki – Honkura, Yoshimori: Simulations of a Quasi-Taylor State Geomagnetic Field Including Polarity Reversals on the Earth Simulator. Science. 15 July 2005, **309**, 459–461.

J. L.

ÁTTÖRÉS A PRÍMSZÁMOK ELMÉLETÉBEN

Milyen sűrűn követik egymást a prímszámok? A csak eggyel és önmagukkal osztható pozitív egész számok (2, 3, 5, 7, 11...) egyre ritkábban fordulnak elő, ahogy a számok nőnek. Átlagosan egy nagy p prímszám és a következő prímszám közötti távolság p természetes logaritmusával ($\log p$) egyezik meg, de két prímszám tényleges távolsága erősen eltérhet ettől az átlagértéktől. Már korábban bebizonyították, hogy két szomszédos prímszám közti különbség $\log p$ -hez viszonyított értékének nincs felső határa. Dan Goldston amerikai és Cem Yıldırım török matematikus 2003-ban arra adott bizonyítást, hogy a számok növekedésével $\log p$ -hez viszonyítva a lehető legkisebb eltérés egyre csökken. A nagy áttörésnek tekintett bizonyításról hamar bebizonyosodott, hogy hibás. A hibátlan és az eredetinél sokkal egyszerűbb bizonyítás idén született meg Pintz János (Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet) felismerésének köszönhetően. Goldston, Yıldırım és Pintz cikke a www.arxiv.org preprint szerveren olvasható. Az eredmény segíthet az ikerprí-

mekre vonatkozó sejtés igazolásában, miszerint végtelen sok olyan prímszám található, amelyek között 2 a távolság (például 3 és 5, 5 és 7, 11 és 13).

Cipra, Barry: Third Times Proves Charm for Prime-Gap Theorem. Science. 27 May 2005, **308**, 238.

J. L.

A HIDROGÉN-GAZDASÁG JÓTÉKONY HATÁSAI

Egyértelmű, hogy a légszennyezés csökkenni fog, és egészségünk javul majd, ha az autók hidrogén üzemanyaggal közlekednek. Nem mindegy azonban, hogyan állítják elő a hidrogént. Amerikai kutatók modelljükben az USA összes járművét hidrogén-üzemanyag-cellákra vagy benzin (gáz)-elektromos hibrid üzemre állították át. A hidrogén üzemanyag gyártásánál földgázból való előállítás, szél-erőmű áramára alapozott elektrolízissel és szén elgázosításával számoltak. A legtöbb hason abból származik, hogy megszűnik az autók mostani szennyezőanyag-kibocsátása. Az egészségre legnagyobb hatást a szél-erőműre vagy a földgázra alapozott hidrogéngyártás bevezetése jelentené, évi 3700-6400 fő csökkenés lenne várható a halálozásban az USA-ban. A légkör a szélenergiát felhasználó hidrogénelőállításból nyerne legtöbbet. A szénből való hidrogéngyártás is javítana az egészségügyi helyzeten, de a benzin(gáz)-elektromos hibrideknél nagyobb károkat okozna a légkörben. A szélenergiával előállított hidrogén hajtóanyag valós költsége az amerikai benzináraknál kisebb lehet. (A kézirat tavaly decemberben, jóval a mostani olajáremelkedés előtt készült!)

Jacobson, Mark Z. – Coletta, W. G. – Golden, D. M.: Cleaning the Air and Improving Health with Hydrogen Fuel-Cell Vehicles. Science. 24 June 2005, **308**, 1901–1905.

J. L.

ÓVATOSAN AZ ÖSSEJTEKKEL!

Az őssejtek, legalábbis az egerek őssejtjei, laboratóriumi körülmények között rendkívül érzékenyek, és DNS-láncukban könnyen alakulnak ki olyan genetikai változások, amelyek szerepet játszhatnak a sejtek rákos elfajulásában. Amerikai kutatók állítják ezt (Johns Hopkins University School of Medicine, Baltimore), és egyben felhívják a figyelmet arra, hogy a jövőben óvatosabbnak kell lenni az igen reményteljesnek tartott emberi őssejt-terápiával kapcsolatban. Szerintük szükséges, hogy az emberi klinikai vizsgálatok megkezdése előtt a kutatók jobban megértsék azokat a folyamatokat, amelyek laboratóriumi körülmények között az őssejtek tenyésztésekor lejátszódnak. „Úgy tűnik, a sejt kultúrákban valami olyan dolog történik, ami a genetikai útvonalakban változásokat idéz elő, de ezektől a folyamatoktól az élő szervezet valamiképpen megvédi az őssejteket. Nem tudjuk, hogy *in vitro* miért olyan érzékenyek a mutációkra” – nyilatkozta a *New Scientist Online*-nak szeptember 5-én a kutatásokat vezető Aravinda Chakravarti. A vizsgálatok során többféle őssejtvonalban többféle jelentős genetikai változást figyeltek meg, ha hosszú ideig tenyésztették a sejteket, és többször „passzálták”, többször átoltozták őket. A kutatók szerint a jövőben mindenképpen meg kell határozni, hogy mennyi ideig tárolhatók és tenyészthetők az őssejtek laboratóriumban, és valószínűleg pontosan szabályozni kell ezeket a körülményeket ahhoz, hogy embereket őssejtterápiában lehessen részesíteni. Sőt, Chakravarti szerint érdekesebb lenne fiatalabb őssejtekkel kísérletezni, illetve genetikai vizsgálatoknak alávetni azokat a sejt vonalakat, amelyeket később terápiás célokra kívánnak használni. Az eredmények valószínűleg nagy vitákat fognak elindítani, hiszen korábbi, emberi őssejteken végzett vizsgálatok genetikailag igen stabilnak találták a most változékonynak

ítélt DNS-régiókat.

Mint ahogy manapság gyakran hallani, az őssejtterápiát a sejtpusztulással járó betegségek – például 1-es típusú cukorbetegség, Parkinson-, illetve Alzheimer-kór, szív- és érrendszeri katasztrófák – kezelésében tartják sokan igen ígéretesnek, azt remélve, hogy a szervezetbe bejuttatott őssejtek a megfelelő típusú sejtjei alakulva, illetve a saját regeneráció megindításával pótolják a különböző szervek elhalt sejtjeit.

Nature Genetics (DOI: 10.1038/ng1631)

G.J.

A PLACEBO NEM CSUPÁN PLACEBO

A hatóanyag nélküli placebo tabletták valószínűsítő hatást fejtenek ki az agyra, legalábbis ami a fájdalom csökkentését illeti. Serkentik ugyanis az agyban termelődő belső opiát-szerű fájdalomcsillapító anyagok, az ún. endorfinok termelődését.

A Michigan Egyetem kutatói Jon-Kar Zubieta vezetésével egészséges önkéntes férfiakon végeztek kísérleteiket. A huszonegy éves fiatal embereknek azt mondták, hogy egy fájdalomcsillapító szer kipróbálásáról van szó, és a tudósok arra kíváncsiak, hogy az új anyag hatékony-e vagy sem.

A fájdalmat az állkapcsukba juttatott infúzió segítségével váltották ki, és a kísérleti személyeknek tízenöt másodpercenként egy század skálán kellett értékelniük a fájdalom intenzitását. A közölt értékek alapján – annak érdekében, hogy állandó fájdalomszintet tartsanak fenn, és kiegyenlítsék a szervezet belső fájdalomcsillapító rendszerének hatását, a kutatók csökkentették vagy növelték az infúzió mennyiségét. Erről persze a résztvevők egyáltalán nem tudtak.

A fájdalomcsillapítónak mondott oldat valójában sós víz volt, amelynek elfogyasztása után valamennyi kísérleti személy a tünet enyhüléséről számolt be. A kutatók azonban

ennél nagyobb objektivitásra törekedtek. Pozitronemissziós tomográfias képalkotó eljárással felvételeket készítettek az agyról: egyet azonnal a kísérlet megkezdésekor, egyet az infúzió bekötése után, egyet pedig a placebo megívása után. A kísérletekben nyomjelző radioaktív izotópot is használtak, mégpedig egy olyan anyagot, amely az agyban ugyanazokhoz a fogadóhelyekhez kötődik, amelyet a belső opiátok is használnak a fájdalomcsillapító hatás kifejtéséhez. Így tudták megállapítani, hogy a placebo hatására az agy növeli az endorfinok termelését. Zubieta a *New Scientist* című lapnak így nyilatkozott: a placebo felerősíti a szervezet túlélést segítő, fájdalomcsillapító folyamatait.

Arra azonban, hogy ezt hogyan és miért teszi, nem tudott magyarázattal szolgálni. A kísérletek azonban azt bizonyítják, hogy a placebohatás nem csupán a gyógyulásba vagy a gyógyszerekbe vetett hittel, hanem valós élettani folyamatokkal magyarázható.

New Scientist. 187, 2514, 12.

Zubieta, Jon-Kar et al.: Placebo Effects Mediated by Endogenous Opioid Activity on μ -Opioid Receptors. *Journal of Neuroscience*. 25 Aug., 7754–7762., doi:10. 1523

G.J.

SARS VÍRUS – DENEVÉREKBEN

Hongkongi kutatók denevérekben olyan vírust találtak, amely közeli rokona az atípusos tüdőgyulladást (SARS) kiváltó kórokozónak. A Susanna Lau által vezetett munkacsoport megállapította, hogy az eddig ismeretlen koronavírus 40 százalékos azonosságot mutat az emberi SARS koronavírussal, és feltehetően a denevérek SARS betegséget okozza. A kutatók azért tulajdonítanak nagy jelentőséget a felismerésnek, mert Kína és Malajzia bizonyos részein a denevérhús igazi csemegének számít, sőt székletüket felhasználják egyes tradicionális kínai gyógyszerek készítésénél.

Az emberi atípusos tüdőgyulladásról pedig még 2003-ban kiderítették, hogy egy állatról emberre átkerült vírus okozza. A denevérekről egyébként régóta tudni, hogy fontos „reservoir”-jai számos olyan állati vírusnak, amelyek képesek „átugrani” az emberre, azaz emberi betegséget okozó formává alakulni.

A kísérletek során 59 denevért vizsgáltak meg: 39 százalékukban kimutatták a vírust, míg 67-84 százalékukról kiderült – ez az eredmény az alkalmazott tesztől függött –, hogy már találkoztak a vírussal.

A kutatók most azt vizsgálják, hogy a kórokozó betegséget okozó képességei mennyire erősek, illetve hogy képes-e más fajok megfertőzésére.

A SARS járvány 2003 elején tört ki Kínában, a világon közel 8100 beteget regisztráltak, a kór a világon 774 ember halálát okozta. Mivel a járvány bármikor ismét felütheti a fejét, a hatékony védekezés és terápia érdekében fontos lenne tudni, hogy a kórokozó milyen állatról, hogyan kerül át az emberre. Bár a most felfedezett vírus nem mutat olyan erős hasonlóságot az emberi kórokozóval, mint a cibetmacskákban korábban felfedezett vírus, a folyamat megértésében fontos láncszem lehet.

Medline Plus. 09. 09.

G. J.

FEJLŐDIK AZ EMBERI AGY

Az emberi agy evolúciója még mindig tart – írják a szeptember 9-i *Science*-ben a Chicago Egyetem kutatói. A Bruce T. Lahn genetikus

vezette munkacsoport vizsgálataiban két olyan génre koncentrált, amelyek hibája esetén ún. mikrokefália következik be, azaz rendellenesen kis méretű agy fejlődik ki. Korábbi vizsgálatok azt mutatták, hogy a csimpánz és az ember evolúciós fejlődésének szétválása után ezeknek a géneknek – microcephalin és ASPM – az evolúciója nagyon felgyorsult, ami arra enged következtetni, hogy szerepet játszhatnak az emberi agy lenyűgöző méretének kialakulásában. A kutatók nyolcvanhét, a világ minden részéről származó, etnikailag különböző ember génjeit elemezték. Megállapították, hogy mindkét vizsgált génnek sokféle variánsa létezik, azonban egy bizonyos változat a többinél sokkal gyakrabban fordul elő, ami nem lehet a véletlen műve, és azt jelzi, hogy a természetes szelekció még mindig nem állt meg. A microcephalin variáns kb. 37 ezer évvel ezelőtt, míg az ASPM változat kb. 5800 évvel ezelőtt bukkanhatott fel – állítják a kutatók. Lahn szerint ha az emberi faj még egymillió évig fennmarad, agyának szerkezete erősen eltér majd a mai ember agyától. Ugyanakkor hangsúlyozza: természetesen ez a két gén korántsem mond el mindent az agy evolúciójáról, hiszen biztosan nem ismerünk még számos olyan gént, amelyek szerepet játszanak az agy méretének, fejlődésének alakulásában.

Science. 309, 1662–1663.

G. J.

Jéki László – Gimes Júlia

Könyvszemle

*Nyíri Kristóf - Palló Gábor (szerk.)
Túl az iskolafilozófián. A 21.
század bölcséleti élménye*

A kötet huszonhárom tanulmányt ad közre az MTA Filozófiai Kutatóintézete munkatársainak tollából, Nyíri Kristóf programatikus bevezetőjével, mely a további írások többségének elméleti kereteit is rögzíti. E program főként az ún. Torontói Iskola befolyását tükrözi, mely iskola a kommunikációs technológiák változásainak, különösen a szóbeliségről az írásbeliségre való váltásnak, illetve az írásbeliség jelenkori válságának tulajdonít döntő jelentőséget. E megközelítésben az ideák platóni felfedezése, melyhez a Nyugat egész filozófiai hagyománya lábjegyzetek sorozataként kapcsolódik (Whitehead), válaszként értelmeződik ama kommunikációs válságra, mely a nyelv írásbelivé válásával lépett fel: a Nyugat filozófiája az írás szintaxisa által teremtett elvont fogalmi viszonyokról való gondolkodás. Az írásbeliség jelenkori válsága ezért a képnélküli gondolkodás eszméjétől való megszabadulással, illetve a kommunikáció vizuális és multimediális módjainak tényerésével jár együtt. A filozófia továbbra is fogalmi problémák megoldására irányul, ám előtérbe kerül egy, a filozófia elsődleges, illetve iskolafilozófiává fajult változata közti megkülönböztetés: míg az előbbi a filozófián kívüli szférák feszültségeiből eredő fogalmi-kommunikációs problémák feloldására törekszik, addig az iskolafilozófia a tisztán fogalmi problémák belterjességébe húzódik. Mindez a hagyományos fogalmi gondolkodás várható muzealizálását vetíti előre, s egy merőben új, a 21. század hálózott, interkommunikatív és multimediális társadal-

mának igényeit szolgáló, radikálisan antiplatonikus filozófia tényerését prognosztizálja.

A közvetlenül ezen elméleti keretbe illeszkedő tanulmányok közül Szécsi Gábor az ún. elsődleges szóbeliség és az írásbeliség általában vett sajátosságainak számbavételére, s a platóni filozófia létrejöttének ezen eszközökkel való megvilágítására vállalkozik. Hasonló kommunikációfilozófiai sémát alkalmaz Kondor Zsuzsanna, amikor a kognitív evolúció és a nyelvi reprezentáció alakváltozásai közt vont párhuzamra építve a jelenkori, multimediális reprezentációs lehetőségek világában a filozófia gyökeresen új szerepkörét üdvözli.

E sémával szemben fenntartásokat megfogalmazó hozzájárulásokat is olvashatunk. Tóth Tamás a kommunikációs diskurzus modern mítoszát a mai nyugati társadalmak opacitására hivatkozva marasztalja el, amennyiben a homályban hagyja a kommunikációs társadalom ámyoldalait. Társítható ezzel Kovács Gábor írása, aki a képviseleti demokrácia elméletével rivalizáló elitelméletek történeti áttekintését, s azon elgondolások leírását adja, amelyekben a posztindusztriális, információs kapitalizmus immár a globális elit fogalmával fonódik össze. A szóbeliség-írásbéliség kettőse mentén tájékozódó, gyakran merev szembeállításokba torkolló gondolkodás fellazítását, történeti relativizálását célozza Neumer Katalin, aki Balogh József hangos olvasásról vallott nézeteit elemezve járul hozzá a kommunikációs formák változatosságát leíró, általa is szorgalmazott alternatív programhoz. Ez utóbbi törekvéshez három további tanulmány szolgál adalékkal. Gábor György a történetírás sajátos reprezentációs technikáiból fakadó autonómiáját hangsúlyozza, s ez irányú meg-

fontolásai fényében elemzi Josephus Flavius történetírói tevékenységét. Ferencz Sándor Canterbury Anselmus példáján mutatja be a monasztikus és a skolasztikus szellemi attitűd viszonyát, közelebről azon igény felmerülésének körülményeit, mely a szövetszerű rögzítés, s vele a skolasztikus beállítódás előtérbe kerüléséhez vezetett. Lazábban, ám ide kapcsolódik Borbély Gábor írása is, mely Andreas Capellanus *De amore* című könyvének 1277-es elítélését taglalja, s a filozófia és a tudományosság státuszát érintő korabeli megítélés aspektusaiba nyújt bepillantást.

A képies és a fogalmi gondolkodás eszmetörténetileg is paradigmaticusnak mondható konfliktusát pillanthatjuk meg Immanuel Kant főművének sematizmusfejezetében, melyet Nyíri Kristóf elemez. További három tanulmány a tudományos elméletalkotás és a szövegen kívüli, mindenekelőtt vizualizációs eszközök összefüggéseivel foglalkozik. Betegh Gábor a vizualizálásnak az antik kozmológiai elgondolásokban játszott alapvető episztemológiai szerepére mutat rá. A képek tudományos alkalmazási módjai és a tudományos szemléletváltozás közti összefüggések történetét tekinti át Lehmann Miklós. Farkas János László azon analógiának jár a nyomába, melyet Gottlob Frege a mikroszkóp és a fogalomírás eszméje közt korai filozófiájában vont.

A tudomány szervezeti rendszerének változásait, s e fejlemények tudományfilozófiai kihívásait tárgyalja további három tanulmány. Palló Gábor a Manhattan projektről írt esettanulmányában foglalja össze a nagy közösségben folyó, ún. Nagy Tudomány szervezeti és egyéb jellemzőit. Laki János a jövő konzorciális, globális együttműködésen alapuló, a Nagy Tudomány intézményrendszereit elavulttá tevő tudományos szervezeti rendszerét jellemzi, mely a tudomány redukált kontextusának autonómiájához vezethet, a közös és standardizált tudományos tapasztalat és nyelvjáték kiépülése révén.

Székely László a szcientista és antiszcientista irányzatok történetét, továbbá a tudományfilozófia előtt álló jelenkori kihívást vázolja az ún. Sokal-affér fényében.

A kommunikációs forradalom nem hagyja érintetlenül a tudás hagyományos, episztemológiai fogalmait sem. Békés Vera a kritikai tudáseszményről a posztkritikai tudásfogalomra való átmenet fényében mérlegeli a könyvtár jövőjét, hiszen az mindig is eltérő tudáseszmények küzdelmének a színtere. Benedek András a tudás „igazolt igaz hit” fogalmának a normatív tudás irányában való kiterjeszthetőségét taglalja, ami különösen a nyelven kívüli elemekkel bővülő, s intézményesült normákat is megtestesítő új kommunikációs formák fellépésével nyer aktualitást. Tanács János az osztálytermi matematikatanítás gyakorlata által késztetve vállalkozik a tudás „igazolt igaz hit” fogalmának személyes tudásként történő értelmezésére, s egyúttal a tudásellenőrzés és -előállítás közösségi, kommunikatív szituációinak jelentőségére mutat rá. Dankó István Kant és Wittgenstein esetében mutat rá azon megfontolásokra, melyek eredményeként a matematika előbb kikerül a pusztán fogalmi-analitikus igazságok köréből, majd kiépül a szintetikus *a priori* pragmatikus, normatív cselekvésméleti fogalma. Tőzsér János a tudatos tapasztalat és a neurofiziológiai állapotok közti kapcsolat természetét veszi fontolóra, s a fizikalista, funkcionalista vagy kognitivistá magyarázatok elégtelenségére hívja fel a figyelmet, amennyiben magyarázat nélkül hagyják a tudatos állapotok kvalitatív jellegét.

A globalizáció új követelményeket támaszt az erkölcsfilozófiával, a politikai közösségek értelmezésével, de az egyházi gondolkodással szemben is. Turgonyi Zoltán egy, az emberi természetén alapuló s a történeti fejlődéssel összeegyeztethető természetes erkölcsi törvény lehetőségét vázolja fel, mely a morális közösség globális mértékűvé bővülésének alapjául szolgálhat. Mester Béla az ember bi-

ológiai leszámazását illető, valamint bizonyos etikai, s a politikai közösségekre vonatkozó nézetek kora újkori összefüggéseit kutatja, s e toposzok újbóli felbukkanására hívja fel a figyelmet az elmúlt évtizedek hasonló vonatkozású szaktudományos diskurzusaiban. Horváth Pál a katolikus bölcselet modernizációjának vonulatát tekinti át, mely a Szent Tamás és Kant közt vert szellemi híd révén bontakozik ki, miközben a laikus európai gondolkodás néhány új irányzatának és eszméjének adaptációját tükrözi.

Új könyvek Bauer Ervinről, a tragikus sorsú orvosbiológusról

Bauer Ervin kiváló orvosbiológus neve nem ismeretlen a magyar biológusok és irodalomtörténészek körében, elsősorban a hatvanas években megjelent két műnek köszönhetően (Borisz P. Tokin: *Bauer Ervin munkássága és az elméleti biológia*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1964, és Bauer Ervin 1935-ben megjelent főművének, a *Теоретическая биология*. (Elméleti biológia) magyar fordítása, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1967). Bauer tragikus életének és úttörő munkásságának sok részlete azonban mindmáig homályban maradt. Az utóbbi években három mű jelent meg Oroszországban, amelyek sok új adattal gazdagítják és helyesbítik ismereteinket.

A 20. század első harmadában folytatott tudományos munkájában Bauer Ervin egy alapelvekből következetesen levezetett elméleti biológiát kívánt megalkotni. B. P. Tokin joggal nevezi Bauert az elméleti biológia egyik megalapítójának. Eredményei saját korukban igen jelentősek voltak. Az azóta eltelt több mint félévszázad alatt a biológia arculata teljesen megváltozott. Bauerre elsősorban mint a biológiatörténet kiemelkedő úttörőjére emlékezünk. Sok gondolata és következtetése azonban még ma is aktuális. Bauer szerint az élő anyagra annak perma-

A kötet reprezentatív módon mutatja be az MTA Filozófiai Kutatóintézetében folyó, tematikusan igen szerteágazó, interdiszciplináris, ugyanakkor aktualitásukban egységes, a filozófia társadalmi integrációja irányába mutató kutatásokat. (Nyíri Kristóf - Palló Gábor szerkesztők: *Túl az iskolafilozófián. A 21. század bölcseleti élménye*. Budapest, Áron Kiadó, 2005. 484 p.)

Nyíró Miklós

PhD, Miskolci Egyetem BTK, Filozófiatört. Tsz

nens egyensúlytalan állapota (dizekvilibrium) jellemző. E meghatározással, amelyre ma is sokan hivatkoznak, messze megelőzte korának gondolkodását.

Bauer Ervin 1890. október 19-én született. Balázs Béla öccse és az 1918-ban elhunyt Kaffka Margit második férje volt. 1914-ben avatták orvossá, rövid frontszolgálat után a temesvári helyőrségi kórház kórboncnokaként végigszolgált az első világháborút. Rövid ideig a Budapesti Egyetemen is dolgozott. Szerepet vállalt 1919-ben, és így második feleségével, a matematikus Szilárd Stefániával együtt emigrációba kényszerült. Bécs, Göttingen, Prága és Berlin után 1925-ben bevándorol a Szovjetunióba. Sikeres kutatómunkát folytatott Moszkvában, majd 1934-től Leningrádban. A legnagyobb elismerést azonban nagy monográfiájával, az *Elméleti biológiá*-val aratta. Általános megbecsülését mutatja, hogy a 20-as évek végétől megjelenő *Nagy Szovjet Enciklopédiá*-ban (*Большая Советская Энциклопедия*) az „Élet” címszót Bauer írta. A nyugatról jött bevándorlók többségével együtt őt is utolérte a sztálini nagy tisztogatás. 1937-ben letartóztatták, és feleségével együtt 1938 elején kivégezték.

A Szovjetunióban megjelent művei is követték sorsát, azokat bezúzták, és csak nagyon kevés példány maradt fenn. Noha többen folytatták munkásságát, nevére már nem volt szabad hivatkozni. Így közvetlen

hatása rejtett maradt. Utolsó éveiben első-sorban oroszul publikált, így érett munkássága gyakorlatilag ismeretlen maradt a Szovjetunió kivételével. Bauer neve hosszú évek után az 1960-as években merült fel a feledésből, miután feleségével együtt rehabilitálták, és Tokin megírta Bauerről szóló művét.* (Azóta számos újságcikk jelent meg Magyarországon, de ezek általában Tokin írására támaszkodnak, és csak Bauer és Kaffka Margit kapcsolatáról találunk bennük újabb életrajzi adatokat.)

Az első itt ismertetett mű Bauer *Elméleti biológiájá*-nak hasonló kiadása, amely 2002-ben, hatvanhét év után követte az első kiadást. A művet kiegészíti Bauer életrajza, amelyet Bauer fia, Mihail Bauer és Jurii P. Golikov írtak. „Bauer Ervin itt közölt életrajza ... elkerüli azokat a torzításokat, amelyek a róla korábban megjelent munkákban találhatók.” (8.). A kötetben Sz. E. Snol' valamint I. B. Pticina és Ju. Sz. Muzalevszkij elemzik Bauer munkásságát. Noha Bauerre rendszeresen hivatkoznak orosz kutatók, ez az első olyan kiadása főművének, amely könnyen hozzáférhető az orosz olvasók számára. Az 1967. évi magyar nyelvű kiadás ugyan hazájának méltó tiszteltatása volt, de külföldi visszhangja természetesen nem lehetett.

A sors ironiája, hogy nem ez az első hasonló kiadás. Mivel az eredeti elérhetetlenné volt, Bauer tisztelői már korábban is megpróbálták ezt a hiányt pótolni. Sz. E. Snol' és Tigyi József biofizikusoknak köszönhetően 1982-ben a magyar és szovjet Akadémia közös támogatásával már egyszer megjelent az orosz mű teljes szövege és angol nyelvű rövidített változata Snol' Bauer munkásságát elemző cikkével és Tokin művének életrajzi

fejezetével kiegészítve.** De ez a kiadás sohasem jutott el az olvasókhoz. Vagy egyszerűen a hivatal packázása, vagy, mint Snol' feltételezi, túlzott „éberség” miatt a mű nem került terjesztésre a Szovjetunióban, és gyakorlatilag az összes példány Magyarországon maradt (és került bezúzásra?). Így a 2002. évi hasonló más valóban hiányt pótol.

Ebből a kötetből tudhattuk meg első ízben Bauer és felesége halálának körülményeit és napját. Eddig minden mű 1942-re tette Bauer halálát, és arra utalt, hogy felesége talán tovább maradt életben. Az itt közölt NKVD dokumentumokból kiderül, hogy mindkettejüket kémkedésért ítélték halálra, és, hogy az ítéletet A. R. Polikarpov, az NKVD Leningrádi Osztályának főhadnagya, 1938. január 11-én hajtotta végre. Megdöbbentő a szűkszavú, tárgyilagos jelentés olvasása.

A második mű Bauer születésének 100. évfordulóját ünneplő szimpóziumon elhangzott előadásokat közli. 1990-ben az Orosz Tudományos Akadémia és a Szentpétervári Természetkutató Társaság Puscsinóban ünnepelte meg az évfordulót. Bauer fiai és családjaik a gyűlés díszvendégei voltak. A szimpóziumon nagyszámú előadó elemezte a modern biológia szemszögéből Bauer munkásságát, bemutatva elméletének aktualitását és méltó emléket állítva alakjának. A kötet érdekes függeléke egy nemrégien előbukkant gyorsírási jegyzőkönyv, amely tartalmazza Bauer egy 1935-ben tartott összefoglaló előadásának és az azt követő felszólalásoknak teljes szövegét. Ennyi év távlatából izgalmas olvasnunk, hogy kortársai, sokan már akkor neves tudósok, miképpen értelmezték, bírálták Bauer tetteit.

A harmadik mű Bauer idősebb fia, Mihail önéletrajza, amely 2003-ban jelent

*Bauer Ervin életét röviden ismerteti e sorok szerzőjének nemrégien megjelent cikke: A Martyr of Science. Ervin Bauer (1890–1938). The Hungarian Quarterly. 46, 178, 123–138.

**Bauer, E. S. (1982) Theoretical Biology, Reprint of

the 1935 Edition with a Preface, a Biographical and Critical Essay. Бауэр, Э. С., (1982) Теоретическая Биология, Перепечатка издания 1935 г. дополненная предисловием, биографическим очерком и критической статьей. Akadémiai, Budapest.

meg Szentpétervárott egy kicsiny, százpéldányos kiadásban, Egy *Közönséges ember visszaemlékezési* címmel. Mihail Bauer Berlinben született 1924-ben, és egyéves korában került a Szovjetunióba. Gyermekkori emlékeiben szülei mint elkötelezett kutatók jelennek meg, akik ugyanakkor meleg otthont biztosítottak a családjuknak, Mihailnak és 1934-ben született második fiuknak, Karlak. A család élete és baráti kapcsolataik nem voltak mások, mint amelyeket más országok tudósainál is megtalálhatunk. Azonban az egyre nehezedő politikai légkört is észreveszi a fiatal gyermek. 1937 nyarán értetlenül áll szemben szülei eltűnésével. Mindkét gyermeket egy NKVD gyermekotthonba viszik, és hamarosan szétválasztják egymástól. Életük tragikusan folytatódik és csak hosszú évek után találnak egymásra.

László János:

A történetek tudománya

Egy tartalmában oly gazdag könyvet, mint amilyen Az Új Mandátum Kiadó gondozásában megjelentetett László János alkotta kötet, szerfelett nehéz, ha nem teljesen lehetetlen bemutatni. A könyv témája – a sokértelmű főcím, *A történetek tudománya* alatt jelzett – alcím szerint a bevezetés a narratív pszichológia világába. A kifejtés során azonban a pszichológusok és pszichológia iránt érdeklődők mellett egy történész is annyi kulcsszót talál, és annyi, a történelemben megjelenő vonulat irányában indulhat el, hogy ezeket még felsorolni se lehet egy bemutatás keretében. Ezért csupán a könyv vázára szorítkozom, illetve egy-két történeti konkrétumra térek ki, mintegy ízelítő gyanánt.

Ha nem is fizikai értelemben, *de facto* azonban az írásmű két részre tagolódik. László egyrészt gondosan bemutatja a narratív pszichológia kialakulásának előzményeit,

Ez a három mű gazdag forrás lesz Bauer új életrajzának megírásához és tudományos munkásságának újraértékeléséhez. (Шноль, С. Э. составитель: Эрвин Бауэр и Теоретическая биология. К 100-летию со дня рождения. [Shnol' S. E. (szerk.): Bauer Ervin és az elméleti biológia. Születésének 100. évfordulójára]. ИЦиНский Научный Центр Российской Академии Наук. Пушкино. 1993. 256 с.; Бауэр, Э. С., Теоретическая Биология, [Bauer E. Sz.: Elméleti biológia]. Росток, Санкт-Петербург, 2002. 352 с.; Бауэр, М.: Воспоминания Обыкновенного Человека [Bauer M.: Egy közönséges ember emlékei]. АССПИИ, Петергоф, 2003. 288 с.)*^{***}

Müller Miklós

professzor emeritus, Collegium Budapest, Rockefeller Egyetem, New York, NY, USA

***A művek megtalálhatók az Országos Széchényi Könyvtárban és (az utolsó kivételével) a MTA könyvtárában.

első etapjait, jelzi rokonsági kapcsolatait más áramlatokkal, felsorolja azokat az elemeket, amelyeket a narratív pszichológia elődök és kortársak munkássága alapján értékesíthet, de közben megmutatja a határvonalakat is, amelyek a narratív pszichológiát minden más áramlattól és szektortól elkülönítik. A szerzőnek eszébe sem jut, hogy a pszichológia egész vizsgálódási területét, kialakított módszereit behelyettesítse a narratív pszichológia szempontjaival és vizsgálati eljárásaival, hanem azok bizonyos érvényességi területét elismerve, markánsan megjelenít egy új szempontot és eljárási metódust.

Másrészt László János ismerteti a számítógépes programot, amely az elbeszélések nyelvi elemzését automatizálja, és amelynek segítségével releváns következtetésre lehet jutni az egyéni identitás kialakításában és megőrzésében az elbeszélés jelentőségére és szerepére nézve, illetve ugyancsak elemezhetők a szociális konstrukciók, vagyis – ebben az esetben – a történeti elbeszélések, amelyek révén egy csoport, többnyire az

úgynevezett nemzet, kialakítja önmagával kapcsolatban azt a pszichológiai és kulturális teret, amelyben elhelyezheti saját történetét. Maga az elbeszélés e felfogásban a társadalomban élő ember evolúciósan kialakult képessége arra, hogy létrehozza és működtesse a társadalmi életet, beleértve ebbe az önszabályozást is. Midőn az ember elbeszéli saját történetét, megjelenít dolgokat, reprezentációkat hoz létre, és noha ezt egyénileg bonyolítja le, a reprezentációnak olyannak kell lennie, amely megosztható másokkal, mivel a folyamatnak csak ebben az esetben van egyáltalán értelme. Az elbeszélés mindig feltételezi az elbeszélést meghallgató másikat vagy még sokkal inkább másokat.

Az elbeszélés – e felfogás szerint – a legfontosabb szereplő abban a folyamatban, amelynek során az ember megteremti saját identitását, és gondoskodik annak megőrzéséről (ami persze elég gyakran nem történhet meg alapos átformálás nélkül), miközben az elbeszélés révén az egyén megteremti saját csoport-, vagy – így is mondhatjuk – társadalmi kapcsolatát. Az „önéletrajz” e sajátos formájának két eleme úgyszólván egybefonódik, mert az önkép kialakításában eleve benne rejlik a viszonyulás egy csoporthoz, legyen az család, nevelő, vagy később bármilyen kisebb-nagyobb csoport, és legyen e viszony elfogadó, követő vagy éppen konfliktáló, esetleg ellenséges. Fontos azonban, hogy bármilyen is a reprezentáció, annak kulturálisan megoszthatónak kell lennie.

A narratív pszichológia szerint mind a személyiség, mind a közösség identitástudatának alakulásában nagy szerep jut az élménynek, valamint a társasági viszonyoknak. Egy akár apró személyes és egyúttal közösségi élmény elegendő hozzá, hogy annak egy mozzanata „utalássá” váljon, ami abban jut kifejezésre, hogy az utalás előhívja – legalábbis egy ideig – ugyanazt az emléket mint eseménysort, amely azután a közösségen belül kanonizált elbeszéléssé alakulhat át.

Az efféle identitástudat szolgál alapul az olyan kijelentésekhez, mint hogy „Mi szavak nélkül is megértjük egymást!”, vagy egy olyan jelzéshez, amely – mondjuk – a kézfogás módjával vagy egy közösen használt szimbólummal adja tudtul, hogy „mi ugyanahhoz a csapathoz tartozunk”, és van közös elbeszélhető történetünk. Az „utalás” egyébként beindíthat cselekvési folyamatokat is, ha azt mintegy jelszóként használják. László János e vonatkozásban az „ég a ház” effektust adja elő, de számos más olyan ismertté vált, elfogadott „utalást” lehetne említeni, amely felidéz múltbeli elbeszéléseket, és egyúttal indítékul szolgál a közös cselekvésre is.

A narratíva – általában – egyszerre hordozza a személyközi interakciók és a csoportos események élménytartalmát, amelyet egyébként formál is, és nemritkán újraindítja. Tartalmazza az érzelmi motivációt (félelmet, szorongást, felelősségérzetet, felszabadulást stb.) csakúgy, mint bizonyos racionalizált ismeretet. Ha egyszer egy elbeszélés kialakult és befogadásra talált, minden esélye megvan rá, hogy mintegy járványszerűen el is terjedjen, legalábbis abban az esetben, ha könnyen megjegyezhető, ha megfelelő háttérismertekre talál, és ha egy nagyobb csoportban való elterjedését elősegíti hivatkozásának gyakorisága, és ha ehhez hozzásegítik külső emlékezeti táruk, mint amilyen az elbeszélés hozzáférhetősége és a terjesztésére alkalmas intézmények léte. Persze terjedtek el elbeszélések minden írásos és intézményes segítség nélkül is, mi több, évezredek át csak szájhagyomány révén terjedt minden mítosz, őstörténet, rege és mese, amelyek ugyan az idők során változtatták alakjukat, színhelyüket és szereplőiket, struktúrájukban azonban meglepően önazonosaknak mutatkoztak. Ezt vélhetően az teszi érthetővé, hogy legfőbb értelmük abban rejlett, hogy biztosítsák egyén és közösség túlélését. Ugyanakkor a személyes és a közösségi identitás szoros kapcsolata létrehozza a

csoporttudatot is, amit az elbeszélés a maga történeteiben kifejezésre is juttat. A kulturális egyetértés egy csoportban magától értetődő mindaddig, amíg valamilyen új esemény, új élmény nem teszi azt kérdéssé. Az utóbbi jelenség – gondolom – elsősorban akkor fordul elő, amikor már nem a túlélésre irányul az intenció, mivel a közösség nemcsak diverzifikálódott, de több elbeszélés is fut a maga útján. Az újradefiniálás viszont annál nehezebb, minél erősebben lehorgonyozta egy csoport korábbi történetét és vele együtt önmeghatározását. Az ilyen, erősen lehorgonyzott reprezentációt, amelynek minden módosítása ezer akadályba ütközik, szokták fundamentalizmusnak nevezni.

A reprezentációt, ha nem is minden esetben, de olykor tárgyiasítják is a köréje gyülekezők. A tárgy, amely előhívja mindazt, amire egy közösség elbeszélés vagy elbeszélések, propaganda, reklám stb. alapján emlékszik, lehet kép, szimbólum, de akár személy is. Mindenesetre egy figuráról van szó, amelyet az egész történet magjának lehet tekinteni. Másfelől a gyakorta megismételt elbeszélések, amelyek elterjedtek, olykor hatékonynak mutatkozhatnak akkor is, ha már nem relevánsak. Egész csoportok folytathatják nyomorúságuk elbeszélését, midőn annak már megszűntek az eredeti motívumai, hánytorgathatnak fel olyan anomáliákat, amelyek már nem léteznek, vagy beszélhetnek a nemzet „dicsőségéről”, midőn az a vélt formában elég régen leáldozott. Mindez vélhetően a begyakorlás és a lehorgonyzás szellemében történik.

A begyakorolt narratíva pedig, abban az esetben, ha mély gyökeret ver és járványszerűen el is terjed, nagyhatalommá válik a közösség, s vele együtt az egyén életében. Képes miniszterelnököt vagy elnököt buktatni, függetlenül attól, hogy a szóban lévő személy mit követett vagy mit nem követett el. Képes akár halálos ítélethez vezetni, megint csak függetlenül attól, hogy mi a tényszerűen

bizonyítható tett. Egy ilyen narratíván alapuló téves ítélettől csak egy hajsza válaszott el több zsidó embert az úgynevezett tiszaeszlári perben, és az elterjedt (elterjesztett) narratívától az amerikai esküdtszéknek ugyancsak merészen el kellett szakadnia ahhoz, hogy felmentse Michael Jackson.

Még szólhatnék a narratívum elemzésének számos finom részletéről, ehelyett azonban a továbbiakban legfontosabb mondandómra szorítkozom, a történelemmel lényegi kapcsolatba hozható elemre, bár mindaz, amit eddig elmondtam, voltaképpen szintén e körbe tartozik. Ezzel kapcsolatban mindenesetre egy korlátozásról is szólnom kell. A történelem feltárása magától értetődően nem merülhet ki, és nem is merül ki az elbeszért történetek elemzéséből és kiegészítéséből, sőt az előbbiekről kritikai vizsgálatából sem. Felöleli ugyanis a gazdálkodás és a gazdaság, a társadalom, a munka stb. tágas területeit, az emberi életnek olyan, nagyon fontos aspektusait, amelyekről csak a legkritikáiban születnek narratívák. Az elbeszélésekből jó esetben morzsákat lehet kihalászni arra nézve, hogy az emberek az elmesélt korban hogyan dolgoztak, ruházkodtak, ettek-ittak stb. Ezzel szemben a „történetek tudományából” sokat meríthet a történész, ha maga is elbeszélést szerkeszt. Olyan jelenségek, amelyekről az egyéni és a vele összefonódott közösségi narratívák jelentőségének megértése nélkül a történésznek legfeljebb sejtései lehetnek, e diszciplína ismeretében jóval érthetőbbé válnak, és tudatosan beépülhetnek az általa létrehozott elbeszélésbe.

Szeretnék erre az eljárásra néhány példát felemlíteni, részben a kötet keretein kívülről véve őket, részben felidézve László János e vonatkozású, és a könyvben bemutatott eseteit. Jó ideje ismert, hogy a történelemben nagyobb jelentőséggel bíró személyek mindig annak a társadalmi közegnek, az általa elfogadott reprezentációknak, utalásoknak, a leginkább elterjedt elbeszéléseknek a szel-

lemében írják meg saját történetüket, amely közegben és helyzetben az írásmű éppen megszületik. E tétel érvényes például szinte minden emlékiratra. A jelenséget azonban el lehet intézni azzal, hogy a szerző hazudik, mert jobb színben akarja feltüntetni magát, mint amilyen valójában volt, vagy mert egyenesen mentenie kell a bőrét. A narráció általános, *quasi* törvényszerű menetét ismerve, e csúsztatásokat, kitéréseket, átszínezéseket a „történetek tudománya” fényében kissé más színben lehet látni.

Jobban megvilágítja az egyén közösségnek való megfelelési vágya, mi több, adott esetben a megfelelés szükségessége azokat a manővereket is, amelyek nemcsak akkor mutatkoznak, amikor valaki állást keres magának, de akkor is, ha a saját politikai nézeteit vagy cselekvéseit akarja elfogadtatni egy közösséggel. Áll ez a politika esetében akkor is, ha valaki hatalomra szeretne lépni, és akkor is, ha a hatalmat már megszerezte. A politikus mindenképpen azon van, hogy a közösség elbeszélésekből (is) összetevődő elvárásainak megfeleljen, és mindig az adott szituációval adekvát módon feleljen meg. E törekvésből ered a hívószavak, az utalások megválasztása, vagyis e törekvésnek ama következménye, hogy a pillanatnyilag legnagyobb ható- vagy húzóerővel bíró témákat igyekszik kiválasztani. Ezt nevezik manapság a médiában tematizálásnak. Természetesen semmi sem garantálja, hogy az elbeszélő jól választja ki az utalást, vagy hogy a megfelelő figurát próbálja meg felidézni, és ha mellényúl, akkor nem is talál őt megértő közösségre. Magyarországon például a köztársasági hivatkozás süket fülekre talál, mivel tágasabb közösségben szinte semmi sem tapad hozzá.

Mindebből – többek között – következik például az is, hogy amikor Hitler saját életrajzát a *Mein Kampf*-ban meghamisította, nem egyszerűen hazudott, hanem – meglehetősen finom eszközökkel – olyan apró

változtatásokat eszközölt az elbeszélésben, amelyek lehetővé tették, hogy saját követőinek, sőt egy szélesebb német tábornak megfeleljen. Mindenekelőtt azt sugallta, hogy az apja brutális ember volt, aki rendszeresen verte egyetlen fiát, ami magyarázni látszott a gyerek Hitler elkésérítő iskolai eredményeit, bukásait. Elhiteti, hogy jó ideig kemény kétkezi munkával kereste a kenyerét, amire alkatánál fogva képes sem volt, de kialakította a hiedelmet, hogy ő egy a sok dolgoz és nehezen élő német közül. Azt állítja, hogy 1912-ben hagyta el az osztrák fővárost, nehogy bárki arra gondoljon, hogy az 1913-ban aktuálissá vált katonai szolgálat elől menekült el, holott valójában ezt tette, továbbá, hogy a háborúban hősként viselkedett, amit előléptetésének elmaradása nem tesz plauzibilissá. Különösen nagy súlyt helyez arra, hogy 1918 novemberében meghozta döntését jövőendő politikai pályájáról, és hogy már ekkor fel volt fegyverkezve a kész *Weltanschauung*-gal. A valóságban e határozat csak néhány hónap múlva született meg, és a kész világnézetet erősen kérdésessé teszi, hogy Hitler politikai és propagandista tevékenységét 1919 tavaszán a szociáldemokráta pártban kezdte el. Az előrehozott időponttal nyilvánvalóan éppen ezt az epizódot akarta elfedni.

Mire szolgált mindez? Arra, hogy szerveződő pártjának aktivistái és első követői számára hiteles, összefüggő és követendő életrajzi elbeszéléssel szolgáljon. Szerencséjére az oknyomozó újságíró típusa ekkoriban még nem nagyon volt ismert, és ha volt is olyan német zsumaliszta, aki már ilyesmire adta a fejét, Hitlert nem tekintette olyan fontosnak, hogy rá vesztegessen az idejét. Mire bárki is észbe kapott, már késő volt, mert a hatalmi szervek minden hiteles forrást elzártak a kutakodó elől, sőt sorra íratták az olyan elbeszéléseket, feljegyzéseket, memoárokat, amelyek alátámasztották Hitler sztoriját. Az utókor szempontjából voltaképpen nem

sokat számít, hogy Hitler maga elhitte-e, vagy mennyire hitte el mindazt, amit előadott, a történész számára azonban nagyon fontos annak felismerése, hogy egy személy elbeszélése önmagáról, vagyis az a folyamat, amelyben önmagát önmaga és a környezet számára meghatározza, identifikálja – tudatosan vagy ösztönösen – de valóban, mindenképpen alkalmazkodik a közeghez, amelynek szól, és magába rejtí az intenciót, amely az elbeszélést ösztönzi.

Hitler a továbbiakban is jó alany a személyiség egyfajta önmeghatározása és a vele karöltve általa előadott narratívák szempontjából. Élete későbbi éveiben ugyanis voltaképpen ellenpéldájává válik a körülményeknek megfelelő, hajlékony, változásokat, átirásokat megkívánó életűtnak. Miután egyszer kialakította a tévedhetetlen, állandóan sikeres vezér arculatát és sztoriját, ehhez tűzőn-vízen át ragaszkodott, beleértve ebbe a felelősség mindenkorí áthárítását másokra. Ő maga mindvégig tévedhetetlen maradt, a felelősök pedig egyre szaporodtak. Soraikban feltűntek a szövetséges államok, azután a Wehrmacht vezetőinek egy része, végül egész tábornoki kara, az utolsó napokban az SS vezetése Heinrich Himmlert beleértve, valamint az egész német nép. Nos, feltehető, hogy e rugalmatlan, merev önidentifikálási módot, a közeghez és a szituációhoz való alkalmazkodás egyébként normálisnak vagy általánosnak tekintett formáját nem ismerő elbeszélést, amit például Hitler politikai végrendelete is tartalmaz, önálló kategóriaként még vizsgálni lehetne. A jelenség ugyanis meglehetősen gyakran előfordul, és megbújí minden megátalkodottság, az egyszer elfogadotthoz, valójában a múlthoz való kritikátlan ragaszkodás mélyén.

A „történetek tudománya” talán még több követhető fonalat kínál a történésznek, ha az elbeszélés befogadját, a közösséget veszi vizsgálat alá. Ebben a vonatkozásban számos aktuális magyar jelenség is sokkal

jobban értelmezhető, ha figyelembe vesszük egy-egy quasi nemzeti elbeszélés hatékonyságát. A magyar történelemmel kapcsolatban a kötet beszámol egy vizsgálat eredményeiről, amely vizsgálat a pozitívna, illetve a negatívna tartott történelmi események megítélésére irányult, és kizárólag diákokat vont be a válaszadásba. A magam részéről e felmérésben látok némi esetlegességet. Ha például azokat az adatokat veszem szemügyre, amelyek a trianoni békeszerződésre mint negatív történelmi eseményre vonatkoznak, úgy nem tudom megítélni, hogy vajon milyen okok rejlenek amögött, hogy az általános iskolásoknak csupán 8,9, a középiskolásoknak 32,7 és végül az egyetemistáknak már 45,7 %-a említi meg e kategóriában Trianont. Feltételezhetem, hogy a trauma lassan elcsitul, de felvethetem azt is, hogy az általános iskolásoknak csak egy töredéke hall az iskolában és olvas a könyvben e kérdésről, míg ez a szám a középiskolában már akkor is megemelkedik, ha nem az azt tanuló korosztály szólal meg, hiszen az általános iskola utolsó évében már mindenki hallott róla, és végül az egyetemisták szükségképpen valamennyien szembesültek vele, mivel a középiskolát e nélkül nem hagyhatták el.

Mindenesetre marad a tény, hogy a magyar fiatalok nagyon jelentős része Trianont máig sorstragédiának tekinti. Ehhez hozzátehetem, hogy minden egyes alkalommal, midőn felkérésre e témáról előadtam, akadt egy vagy több személy, aki hozzászólásképpen elmondta valamelyik Trianonnal kapcsolatos magyar ősmundát. Ez lehetett a szomszédos illetve a Magyarország kerekében élt nemzetek és nemzetközösségek gonoszsága, a nemzetközi összeesküvés, a Károlyi–Kun Béla-féle kísérletekért végrehajtott bosszú vagy éppenséggel Georges Clemenceau magyar menyje, akit a francia miniszterelnök gyűlölt, miközben a közel nyolcvanéves öregúr egyébként is hálás

volt a románoknak, akik szűz lányokat küldözgettek neki. A felsorolt megoldások köréből néhány nemcsak köznépi szinten, de magasabb szférákban is megjelenik mind a mai napig. Így az összeesküvés és a megtorlási teória, azzal egyetemben, hogy ezt az országot és magyar népét a franciák – valamilyen rejtélyes okból – ősellenségnek tekintették. A gyűlölködésben élen járt a már említett Clemenceau, és híven követte őt a Magyarországon működő szövetséges katonai bizottság vezetője, Ferdinand Vix alezredes. Számtalanszor elmondtam és leírtam – az utóbbi időkben másokkal együtt –, hogy e feltevéseknek semmi alapja nincs, s ha már ellenséges franciákat akarunk keresni, azt sokkal inkább meg lehet találni Henri Poincaré köztársasági elnök személyében, továbbá Vix helyett Henri-Mathias Berthelot vagy Victor Pétin tábornokban, – mindez nem sokat változtatott a jól begyakorolt szövegeken.

A jelenség – szemben a német és az osztrák változatokkal – szerfelett kitartónak mutatkozik, és érdemes rákérdezni, hogy ennek mi lehet a hátterében? Miért ilyen kitartó éppen a magyar népi-nemzeti elbeszélés erről az egyébként valóban tragikus eseményről, és miért oly kevés a hajlam annak mélyebb elemzésére, és – főként, amint arra László is utal – miért hiányzik szinte teljesen a saját felelősség kérdésének még a felvetése is? Találhatunk a válaszhoz hosszú időtartamú történelmi okokat is, de véleményem szerint a trauma meghosszabbodott longitudója sokkal inkább abból következik, hogy jó időre megszakadt a megélési és túlélési

ideje. Ha elfogadom László feltevését, hogy egy tragikus eseményről higgadt fejjel kb. három nemzedék multán lehet szólni, úgy fel kell ismernem, hogy Trianon ügyében ebből az időtartamból mintegy harmincöt év, vagyis egy teljes generáció kiesett. Kiesett az az időszak ugyanis, amikor a kérdésről egyáltalán nem lehetett érdemben sem írni, sem beszélni. Nagyjából ugyanez vonatkozik mindazokra az úgynevezett tabutémákra, amelyeket évtizedeken át sűrű hallgatás övezett, amelyeket nem lehetett elbeszélni, és amelyek ma merő újdonságként merednek az emberek elé. Ide tartozik a Holocaust, a párizsi béke, sőt 1956 is.

Hinni lehet tehát, hogy bizonyos begyakorolt elbeszélések számukra kedvező körülmények között képesek túlélni önmagukat, ha ennek valamilyen számottevő új elemény nem állja az útját. A magyar önsajnálát, szkepticizmus, felelősség-elhárítás és a tragikus meseszöveg vélhetően akkor rendülne meg, ha sikerülne – miként a németeknek és az osztrákoknak – a kudarcok elismerését sikerekkel ellensúlyozni, és ha Nyugat-Európa, de főként Franciaország felől érkezne egyszer valamilyen, a múltbeli tévedéseket elismerő illetve bizonyos magyar teljesítményeket méltató gesztus.

Mindent összevéve a könyv tanulmányozását nemcsak a szűken vett szakma képviselőinek, de a történészeknek is melegen ajánlom. (*László János: A történetek tudománya Bevezetés a narratív pszichológiába. Új Mandátum, Bp., 2005. 262 p.*)

Ormos Mária
történész

CONTENTS

Oncology 2005 – Patient Management

Guest Editors: Sándor Eckhardt and István Besznyák

Sándor Eckhardt – István Besznyák: Introduction	1196
Zsuzsa Schaff – Gábor Lotz – András Kiss: Virus Induced Hepatocarcinogenesis	1187
Mária Gődény: Possibilities of Imaging at Tumor Patients	1193
István Besznyák: Principles of Surgical Oncology	1201
György Németh – József Szalai – Miklós Kásler: National Survey (2004) of the Radiotherapy in Hungary	1207
Sándor Eckhardt: New Approaches in Anticancer Drug Treatment: The Targeted Molecular Therapy	1215

Study

Tibor Palánkai: European Unification – Integration Theory. (Need for a New Economics of Integration)	1221
Károly Nagy: Einstein's Influence on Physics of the 20 th Century	1236
Dániel Kodaj: Elements of a Mythic Teleology in the Research Program of Cognitive Science	1250
Zsolt Boldogkői: Why Are We All Different? – The Genetic Code of Phenotype	1255
Szilveszter Póczik: Some Main Factors of the International Terrorism	1269

Interview

László Jéki's interview with Norbert Kroó	1279
---	------

Academy Affairs

The World Science Forum in Budapest.....	1288
Pál Juhász-Nagy Award	1290
Call for Tender	1291

Discussion

Béla Darvas: Contribution to the Statement by Ervin Balázs et al.	1292
--	------

Obituary

Béla Csikós-Nagy (<i>Tamás Halm</i>)	1295
--	------

<i>Outlook (László Jéki – Júlia Gimes)</i>	1299
--	------

<i>Book Review</i>	1303
--------------------------	------

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 könyvismertetőket.

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 füzetében), ha a tanulmány ábrákat, táblázatokat, képeket is tartalmaz, a terjedelem 20-30 százalékkal nagyobb lehet. Beszámolók, recenziók 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 ími. 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 le-

gyenek, 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 tünetszerű 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, *fordítsanak 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* kefelevonatot nem küld, de az elfogadás előtt minden szerzőnek elküldi egyeztetésre közleménye szerkesztett példányát. A tördelés során szükséges apró változtatásokat a szerző egy adott napon a szerkesztőségben ellenőrizheti.