

# KOGNITÍV IDEGTUDOMÁNY

osiris

tankönyvek

# KOGNITÍV IDEGTUDOMÁNY

Szerkesztette

PLÉH CSABA, GULYÁS BALÁZS ÉS KOVÁCS GYULA

A könyv az Oktatási Minisztérium támogatásával, a Felsőoktatási Pályázatok Irodája által lebonyolított tankönyvtámogatási program keretében jelent meg.

*A kötet szerzői*

ACSÁDY LÁSZLÓ	HALÁSZ PÉTER	NÁDASDY ZOLTÁN
ANTAL ANDREA	HOLLÓ ANDRÁS	NEMODA ZSÓFIA
BÓDIZS RÓBERT	JANKA ZOLTÁN	NÉGYESSY LÁSZLÓ
BORBÉLY CSABA	JANSZKY JÓZSEF	NYÍRI KRISTÓF
BUZSÁKI GYÖRGY	KÁLI SZABOLCS	PLÉH CSABA
CZIGLER ISTVÁN	KÁLMÁN JÁNOS	RACSMÁNY
CSÉPE VALÉRIA	KÉRI SZABOLCS	MIHÁLY
CSIBA GERGELY	KERTÉSZ ANDRÁS	RÓNAI ZSOLT
CSIKSZENTMIHÁLYI MIHÁLY	KOVÁCS GYULA	SÁSVÁRI-SZÉKELY MÁRIA
ÉRDI PÉTER	LAKATOS KRISZTINA	SZÉKELY ANNA
FISER JÓZSEF	LENGYEL MÁTÉ	SZATHMÁRY EÖRS
GERGELY GYÖRGY	LUKÁCS ÁGNES	TRINGER LÁSZLÓ
GERVAI JUDIT	BRIAN MacWHIMMEY	VIDNYÁNSZKY ZOLTÁN
GULYÁS BALÁZS	MIKLÓSI ÁDÁM	WINKLER ISTVÁN
GYŐRI MIKLÓS	JEANNE NAKAMURA	

*A kötetben szereplő szövegeket fordította*

BOROS OTTILIA	IVÁDI ROZÁLIA
FEDOR ANNA	ESZTER
FUTÓ JUDIT	JOLSVAI HAJNAL

Hungarian translation © A fordítók, 2002

© A szerzők, 2002

© A szerkesztők, 2002

© Osiris Kiadó, 2002

# TARTALOM

## AJÁNLÁS 9

Lawrence Weiskrantz

## ELŐSZÓ 11

Karmos György és Vizi E. Szilveszter

## A SZERKESZTŐK ELŐSZAVA 13

Gulyás Balázs és Pléh Csaba

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS 15

### **ALAPOK** 1. MITŐL KOGNITÍV ÉS MITŐL IDEGTUDOMÁNY? 19

Pléh Csaba és Gulyás Balázs

### 2. KULTURÁLIS FOLYAMATOK: AZ UTOLSÓ NAGY EVOLÚCIÓS ÁTMENET 32

Szathmáry Eörs

### 3. AZ ÁLLATI VISELKEDÉS KOGNITÍV ETOLÓGIAI ÉRTELMEZÉSE 49

Miklósi Ádám

### **MÓDSZEREK** 4. LOKALIZÁCIÓ ÉS LÉZIÓANALÍZIS A KOGNITÍV IDEGTUDOMÁNYOKBAN 67

Kéri Szabolcs és Gulyás Balázs

### 5. ELEKTROFIZIOLÓGIAI MÓDSZEREK A KOGNITÍV IDEGTUDOMÁNYOKBAN 81

Kéri Szabolcs és Gulyás Balázs

### 6. VIRTUÁLIS LÉZIÓS TECHNIKÁK: A TRANSZKRANIÁLIS MÁGNESES ÉS EGYENÁRAM. INGERLÉS ÉS NÉHÁNY ALKALMAZÁSUK 97

Antal Andrea

### 7. FUNKCIONÁLIS KÉPALKOTÓ ELJÁRÁSOK A KOGNITÍV IDEGTUDOMÁNYOKBAN 103

Gulyás Balázs

### 8. MATEMATIKAI MODELLEK AZ IDEGRENSZER-KUTATÁSBAN 126

Érdi Péter, Lengyel Máté

### **ÉRZÉKELÉS – ÉSZLELÉS** 9. HANGOK SZERVEZÉSE ÉS LEKÉPEZÉSE

Winkler István

### 10. NEURÁLIS KÓDOLÁS TÉRBEN ÉS IDŐBEN

Fiser József és Nádasdy Zoltán

### 11. A PERCEPTUÁLIS KATEGORIZÁCIÓ ALAPJAI

Kovács Gyula

<b>FIGYELMI FOLYAMATOK</b>	<b>12. A VIZUÁLIS FIGYELEM</b> Vidnyánszky Zoltán
	<b>13. ANALITIKUS ÉS SZINTETIKUS FIGYELMI FOLYAMATOK</b> Czigler István
<b>FEJLŐDÉSI MECHANIZMUSOK ÉS FOLYAMATOK</b>	<b>14. A KOGNITÍV FEJLŐDÉS IDEGRENDSZERI HÁTTERE CSECSEMŐKORBAN</b> Csibra Gergely
	<b>15. AZ EMBERI LÁTÁS FEJLŐDÉSE</b> Kovács Ilona
	<b>16. A CSELEKVŐ ÉN (SZELF MINT ÁGENS) FOGALMÁNAK KIALAKULÁSA CSECSEMŐ- ÉS KISGYERMEKKORBAN</b> Gergely György
	<b>17. A KORAI KÖTŐDÉS NEUROBIOLÓGIAI HÁTTERE</b> Lakatos Krisztina és Gervai Judit
	<b>18. IDŐSKORI KOGNITÍV VÁLTOZÁSOK: PSZICHOFIZIOLÓGIAI MEGKÖZELÍTÉS</b> Czigler István
<b>A TANULÁS ÉS EMLÉKEZÉS FOLYAMATAI</b>	<b>19. A HIPPOKAMPUSZFÜGGŐ MEMÓRIA NEUROBIOLÓGIAI ALAPJAI</b> Káli Szabolcs és Acsády László
	<b>20. A TANULÁS BIOLÓGIAI ÉS MESTERSÉGES NEURÁLIS HÁLÓI</b> Nádasdy Zoltán és Fiser József
	<b>21. MUNKAMEMÓRIA A PREFRONTÁLIS KÉREGBEN</b> Négyessy László
	<b>22. AZ EMLÉKEZET KOGNITÍV NEUROPSZICHOLÓGIÁJA</b> Racsmány Mihály
<b>SZIMBOLIKUS FOLYAMATOK ÉS MAGASABB MEGISMERÉS</b>	<b>23. NYELV, EVOLÚCIÓ ÉS AZ AGY</b> Pléh Csaba és Lukács Ágnes
	<b>24. A NYELVFEJLŐDÉS EPIGENEZISE</b> Brian MacWhinney
	<b>25. A NYELV IDEGRENDSZERI REPREZENTÁCIÓJA</b> Lukács Ágnes és Pléh Csaba
	<b>26. A NYELVI ZAVAROK KOGNITÍV IDEGTUDOMÁNYI ELEMZÉSE</b> Csépe Valéria
	<b>27. AFÁZIA</b> Kertész András
<b>ÉBERSÉG ÉS TUDAT</b>	<b>28. AZ ALVÁS ÉS JELENSÉGKÖRE</b> Bódizs Róbert
	<b>29. A VIZUÁLIS TUDAT</b> Gulyás Balázs, Kovács Gyula és Vidnyánszky Zoltán
	<b>30. AZ ÁRAMLAT (FLOW)</b> Csikszentmihályi Mihály és Jeanne Nakamura

<b>PSZICHOPATOLÓGIA ÉS KOGNITÍV IDEGTUDOMÁNY</b>	<b>31. A GENETIKAI POLIMORFIZMUSOK PSZICHOLÓGIAI ÉS PSZICHIÁTRIAI VONATKOZÁSAI</b> Sasvári-Székely Mária, Székely Anna, Nemoda Zsófia és Rónai Zsolt <b>32. KOGNITÍV ZAVAROK EPILEPSZIÁBAN – AZ EPILEPSZIA, MINT A KOGNITÍV KUTATÁS ESZKÖZE</b> Halász Péter, Bódizs Róbert, Holló András, Janszky József és Borbély Csaba <b>33. MEMÓRIARENDSZEREK ALZHEIMER-KÓRBAN</b> Kálmán János <b>34. A DEPRESSZIÓK KOGNITÍV KEZELÉSE</b> Tringer László <b>35. A SZKIZOFRÉNIA DISZKONNEKCIÓS ELMÉLETEI</b> Kéri Szabolcs és Janka Zoltán <b>36. A NEUROKOGNITÍV FEJLŐDÉS MODULÁRIS ZAVARAI: AZ AUTIZMUS</b> Győri Miklós
<b>FILOZÓFIKUS KITEKINTÉS</b>	<b>37. AZ AGY ÉS A KOGNITÍV VISELKEDÉS – A KORRELÁCIÓS MEGKÖZELÍTÉS ÚJABB ÁTGONDOLÁSA</b> Buzsáki György <b>38. KÉPEK AZ IDEGRENDSZERBEN ÉS A FILOZÓFIÁBAN</b> Nyíri Kristóf  <b>39. AJÁNLOTT IRODALOM, FOLYÓIRATOK ÉS FONTOSABB HÁLÓZATI HONLAPOK</b>  <b>40. GLOSSÁRIUM</b>  SZERZŐK BEMUTATÁSA  NÉV- ÉS TÁRGYMUTATÓ



## PREFACE TO COGNITIVE NEUROSCIENCE

This volume is remarkable in covering a very broad spectrum of topics in cognitive neuroscience, and at different levels of analysis – from methods and measurement to development, to psychopathology, and even to philosophical aspects. It is interesting how different diverse disciplines, once jealously kept in competitive separation, are finding common ground. The book should provide a very useful handbook source of this new convergence. The Editors are to be commended for assembling such a useful collection.

## AJÁNLÁS A KOGNITÍV IDEGTUDOMÁNY CÍMŰ KÖTETHEZ

A kötet figyelemre méltó módon fedi le a kognitív idegtudományok széles tartományát, számos különböző elemzési szintjét a metodikai és mérési problémáktól a fejlődésbeli, pszichopatológiai, sőt a filozófiai kérdésekig. Igen érdekes, hogy az egykor féltékeny versengésben távolságot tartó tudományágak hogyan találják meg közös területüket. A könyv ennek az új konvergenciának rendkívül hasznos kézikönyve. A szerkesztők felvállalt feladata egy ilyen hasznos gyűjtemény összeállítása volt.

*Lawrence Weiskrantz*  
Professor, Fellow of the Royal Society  
University of Oxford,  
Department of Experimental Psychology



## ELŐSZÓ

LECTURIS SALUTEM! Fontos könyvet tart kezében az olvasó. Olyan művet, amely új tudományos megközelítést és szemléletet tükröz, amely a kognitív idegtudomány első áttekintő összefoglalása magyar nyelven.

Korunk tudományát egyre inkább a specializáció jellemzi. Cinikusan már azt emlegetik, hogy az egyes szakterületek kutatói egyre kevesebbbről tudnak egyre többet. A modern kutatási módszerek bonyolultsága kétségtelenül arra ösztönzi a kutatókat, hogy egy szűk tudományos téma művelésére koncentrálnak. Ugyanakkor egyre erősebb az igény, hogy egyes problémákat interdiszciplinárisan próbáljanak megoldani, azaz a kutatók szintézisre törekszenek. Ez az igény hozta létre az elmúlt évtizedben azt a kognitív idegtudományt, amelynek kialakításában közreműködtek az idegtudományok legkülönbözőbb területének művelői éppen úgy, mint a pszichológia, a nyelvtudomány és más embertudományok képviselői.

A kognitív irányzat a 20. század második felének kezdetén vált uralkodóvá a pszichológiában. A kognitív pszichológia az emberi megismerés folyamatait állította a kutatások homlokterébe, de azokat absztrakt „black box” modellek formájában jellemezte, anélkül hogy agyi mechanizmusokkal kapcsolatban hozta volna. Az emberi megismerés rendszereinek leírásában inkább a számítástudomány, mintsem a neurobiológia szemléletét alkalmazta. Az elmúlt évtizedekben az idegtudományok rendkívül gyors fejlődése, új eredményei dogmák egész sorát döntötték meg, és lehetővé tették, hogy a pszichés teljesítmények háttérben álló neurális folyamatokat, illetve az agy és tudat közötti összefüggéseket jobban megérthessük. Az elemi neuronális mechanizmusokkal kapcsolatos új eredmények, mint például a szinapszisok plaszticitása, az új szinaptikus kapcsolatok kialakulásának lehetősége, a kémiai ingerületátvitel nem szinaptikus lehetősége új perspektívát adnak a kognitív folyamatok neuronális alapjainak megértéséhez. Korábban véglegesnek hitt szenzoros és motoros agyi térképekről kiderült, hogy folyamatos plasztikus átalakulásra képesek. A kognitív pszichofiziológia az agy bioelektromos jeleinek elemzésével tárja fel a percepció időviszonyait, a funkcionális képalkotó eljárások (PET, fMRI) pedig arra is lehetőséget adnak, hogy a legkülönbözőbb kognitív folyamatok és konkrét agyi területek aktivitásának összefüggéseit tanulmányozhassuk. A kognitív tudományok és a neurobiológia művelőinek korábban elképzelhetetlen összefogása eredményezte azt, hogy a 21. század elején a genetika és molekuláris biológia mellett a kognitív idegtudományt tekinthetjük az egyik legígéretesebben fejlődő új természettudományos irányzatnak.

Az emberi tudat megismerése a 21. század egyik nagy kihívása. Ma már tudjuk, hogy beláthatatlan hosszú feladat, talán örök rejtély. A kötet szerzőinek egyik üzenete, fáradhatatlanul kell dolgoznunk, hogy egyre többet meg-

tudjunk törvényszerűségeiről. Megismerését nemcsak a tudományos kíváncsiság motiválja, hanem az is, hogy segíthessük zavarainak, mint például a drogfüggőségnek, az időskori memóriazavaroknak és más betegségeinek megelőzését és leküzdését. A tudati folyamatok jobb megismerése előmozdíthatja a legújabbkori emberi társadalom problémáinak (például terrorizmus) megértését is, és talán megoldásukban is segítséget nyújthat.

A magyar idegtudománynak nagyon gazdag hagyományai vannak. A *Kognitív idegtudomány* című kötet szerzőinek eredményei azt mutatják, hogy a magyar kutatók ezen az új interdiszciplináris tudományterületen is jelentős teljesítményekre képesek. Meggyőződésünk, ez a könyv hozzájárul ahhoz, hogy felkeltse mind az érett kutatók, mind a tudományos pályájukat most kezdő fiatalok érdeklődését a kognitív idegtudomány iránt.

*Karmos Görgy és Vizi E. Szilveszter*

## A SZERKESZTŐK ELŐSZAVA

Kötetünk az első magyar nyelvű próbálkozás a kognitív idegtudomány tan-könyvszerű áttekintésére. Sajátos terület ez, amely az önmagukban is szakmaközi hozzáállást képviselő idegtudományok és az interdiszciplináris párbeszédet előtérbe állító kognitív tudomány határterületén bontakozott ki. Maga a kifejezés keletkezése – legalábbis az egyik legjelentősebb képviselőjének és kézikönyv alkotójának legendáris beszámolója szerint – is kifejezi ezt a sokrétű ihletést. Gazzaniga és a klasszikus kognitív vállalkozás egyik élő legendája, George Miller egyetemi klubbeli beszélgetései során fogant volna, Gazzaniga betegéről s Miller kognitív modelljeiről beszélgetve mint igényelt program a hetvenes években, mely azután számos valódi kutatási program elővételezőjévé vált (Gazzaniga, 2000a). Az interdiszciplinaritást a szerkesztői csapat szakmai identitása is mutatja. Pléh Csaba nyelvész és pszichológus, mostanság a Magyar Filozófiai Társaság elnöke, Gulyás Balázs agykutató, aki tanulmányai alapján egyszerre orvos, fizikus és filozófus, Kovács Gyula pedig biológus.

Könyvünk a negyedszázadossá vált terület kis kézikönyve próbál lenni. Nem törekszünk arra, hogy a nagy Gazzaniga (Gazzaniga, ed. 2000b) valamiféle utánzata legyünk, hanem olyan bevezetést adunk a magyar egyetemistáknak és doktoranduszoknak, amely a terület áttekintése mellett egyben orientációt is nyújt arra nézve, kik és mivel foglalkoznak nálunk ebben a tematikában. Arra törekedtünk éppen ezért, hogy magyarországi, illetve a magyar kutatással szoros kapcsolatot tartó kollégák írják a fejezeteket. Ezzel egyben orientációt szeretnénk adni a könyv használói, olvasói számára, milyen területeken és mely témákban kik segítségével lehet bekapcsolódni a kognitív idegtudományi kutatásokba.

Mindezzel egyszerre több tényert szeretnénk hangsúlyozni. Magyarországon igen erős hagyományai és gyökerei vannak annak az elmúlt évtizedek során kibontakozó új tudományterületnek, amelyet kognitív idegtudományoknak hívunk. A világszerte kiemelkedő elismerésnek örvendő magyar idegtudományok megalapozták ezt a fejlődést, de jelentősen hozzájárult ehhez a kísérleti pszichológia és a pszichoanalízis hazai múltja is. Ezekon az alapokon a magyar idegkutatók és pszichológusok a nemzetközi trendek megjelenésével egy időben, olykor azokat úttörő módon vezetve, jelen voltak a kognitív idegtudományok kifejlődésénél is.

A helyzet éppen a hazai hagyományok révén érett meg arra, hogy magyar kutatók magyar olvasóknak áttekintést adjanak a kognitív idegtudományokról. A spektrum – bár nem teljes – igen kiterjedt: szinte minden jelentős témában találunk hazai vagy külhonban dolgozó magyar kutatót, aki fejezetével hozzájárult a jelen kötethez.

Ugyanakkor abból a tényből, hogy könyvünket magyar, illetve magyar kapcsolatok rendszerében is dolgozó kutatók írták, számos limitáció fakad. Hiányoznak átfogó fejezetek az érzelmek és megismerés viszonyáról; a féltekei aszimmetriákról; az akaratlagos működések alapjairól avagy a szenzoros és motoros rendszerek számos aspektusáról. Hiányoznak technikai összefoglalók is például a kognitív kutatások megértéséhez szükséges magatartási kutatások és pszichofizikai mérések alapjairól. Ezeket részben pótolják a tematikus szakfejezetek. Ezekkel a hiányokkal magunk is tisztában vagyunk, és igyekszünk ezen a helyzeten a következő kiadásokban javítani.

Kik számára íródott ez a könyv? Elsősorban a fiatal kutatók és kutatójelöltek: felsőéves pszichológus, biológus, orvos graduális diákok és az e témában dolgozó doktoranduszok számára. De haszonnal forgathatják a könyvet kutató kollégák is, akik nem saját területükön szeretnének tájékoztatást kapni a kognitív idegtudományok témáiról. Végül, de nem utolsósorban ajánljuk a könyvet mindazon érdeklődőknek, akik kellő biológiai és pszichológiai alapokkal rendelkeznek ahhoz, hogy egyetemi hallgatók számára írt áttekintő tanulmányok révén betekintést nyerjenek a kognitív idegtudományok egy-egy részterületébe.

Hogyan olvassuk ezt a könyvet? Tetszés szerint! A fejezetek felépítése lehetővé teszi, hogy az olvasó az érdeklődésébe eső egyes fejezeteket kiválasztva csak azokat olvassa el, akár az egyes témakörök szerint több fejezetet egymást követően. A fejezetek szövegébe illesztett „szövegdobozok” (a KERETES RÉSZEK) bizonyos témák összefogottabb magyarázatát adják, elméleti vitákra, módszerekre és történeti vonatkozásokra térnek ki, így ezek önmagukban is olvashatók. A Glosszáriumban fontosabb szakkifejezések magyarázatát adjuk meg.

Végül pedig a szerkesztők ezúton kérik az olvasókat, hogy elgondolásaikkal, észrevételeikkel, kritikájukkal segítsék elő a következő kiadás teljesebbé tételét. Ehhez a <http://www.kogideg.cogsci.bme.hu> internetes hely áll rendelkezésre.

Gulyás Balázs és Pléh Csaba

## IRODALOM

- Gazzaniga, M. S. (2000). *Life with George: The birth of the Cognitive Neuroscience Institut.* In Gazzaniga ed. 2000a, 4-13.
- Gazzaniga, M. S. (ed. 2000a). *Cognitive neuroscience. A reader.* Malden, MA., Blackwell.
- Gazzaniga, M. S. (ed. 2000b). *The new cognitive neurosciences. 2<sup>nd</sup> edition.* Cambridge, MA., MIT Press.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerkesztés számos országon és laboratóriumon átívelő munkáját az tette lehetővé, hogy Gulyás Balázs és Pléh Csaba 2001–2002-ben a *Collegium Budapest* kutatója volt. Az itteni intellektuális légkör és a Jean-Pierre Changeux és Szathmáry Eörs vezette *Evolution of the brain and cognition* témacsoport nyújtotta lehetőségek a nyugodt munkakörülmények mellett a szellemi atmoszférát is megteremtették. A technikai kivitelezésben a BME Kognitív Tudományi Központja is fontos erőforrásunk volt.

Pléh Csaba munkáját az OTKA *T 029514* és *T 034814* számú, valamint az NKFP 5/0079/2002. számú kutatási pályázata támogatta.

Gulyás Balázssal a transzeurópai együttműködést a Svéd Intézet, valamint a NATO Research Grant támogatása és a Szent-Györgyi Albert ösztöndíj tette lehetővé.

A könyv megvalósításáért az Osiris Kiadót, Szabó Zsuzsa és Kárpáti Zsuzsa áldozatos munkáját, valamint az OM Felsőoktatási Tankönyvtámogatási Pályázatát illeti köszönet.

Budapest és Stockholm, 2002. március 15.



# ALAPOK

## 1. MITŐL KOGNITÍV ÉS MITŐL IDEGTUDOMÁNY?

Pléh Csaba és Gulyás Balázs

- Az agy–elme-kapcsolat különböző formái

## 2. KULTURÁLIS FOLYAMATOK: AZ UTOLSÓ NAGY EVOLÚCIÓS ÁTMENET

Szathmáry Eörs

## 3. AZ ÁLLATI VISELKEDÉS KOGNITÍV ETOLÓGIAI ÉRTELMEZÉSE

Miklósi Ádám

- Megfigyelések a természetben: A „tervezett megfigyelés” módszere
- Térbeli tájékozódás vizsgálata a szisztematikus elimináció és kombináció módszerével
- Nyitott kérdések az evolúciós magyarázatban



# 1. MITŐL KOGNITÍV ÉS MITŐL IDEGTUDOMÁNY?

Pléh Csaba és Gulyás Balázs

A KOGNITÍV IDEGTUDOMÁNY CÉLJAI ÉS HELYE	19
A kognitív idegtudomány a diszciplínák rendszerében	19
A kognitív idegtudomány megjelenésének története a biológiai diszciplínákban	20
A KOGNITÍV TUDOMÁNY „TESTETLEN ELMÉJÉRŐL” AZ IDEGTUDOMÁNYI ÉRTELMEZÉSIG	21
A „tiszta megismerés” mint a kognitív tudomány első programja	21
A kognitív tudomány interpretált programjai: az élő szervezet visszacsempészése	23
Életútpéldák a váltásra	25
MIÉRT NEM REDUKCIONISTÁK A MAI SZINTÉZISTÖREKVÉSEK?	26
A sokféle beágyazás együtt él	26
Szerveződési szintek az idegrendszerben	27
■ AZ AGY-ELME-KAPCSOLAT KÜLÖNBÖZŐ FORMÁI	28
IRODALOM	30

## A KOGNITÍV IDEGTUDOMÁNY CÉLJAI ÉS HELYE

### A kognitív idegtudomány a diszciplínák rendszerében

A *kognitív idegtudomány* célja, hogy megértse a magasabb kognitív funkciók neurobiológiai alapjait. Ez a cél összetett, multi- és interdiszciplináris megközelítést tételez fel, és a kognitív idegtudomány valójában több tudományág egymásra találásából-egymásra hatásából született. Bár már születésétől fogva hibrid tudományágról van szó, kérdésfeltevése alapján mégsem mozaikszerű, hanem egységes, és jól elkülöníthető mindazoktól a disz-

ciplínáktól, amelyek hozzájárultak a megszületéséhez. A *kognitív pszichológia* elsősorban az emberi gondolkodás és magatartás értelmezésével foglalkozik a *funkcionalitás* szintjén. A *klinikai neuropszichológia* az emberi agyat ért károsodások következtében beálló funkcionális zavarokat kutatja és értelmezi. A *fiziológiai pszichológia* és a *neurofiziológia* a szenzoros, motoros, magatartási és motivációs folyamatok neurobiológiai alapjait kutatja. A *pszichofizika* és a *pszichofiziológia* főleg a szenzoros és motoros folyamatok kvantitatív leírását és neurobiológiai alapon történő értelmezését végzi. A *komputációs idegtudomány* az agy szenzoros, motoros és kognitív folyamatainak modellezésével foglalkozik.

A kognitív idegtudomány mindezeknek a tudományos hozzáállásoknak és megközelítésnek az egymásra hatásából ered. Kialakulása szinte maga után hozta-hozza újabb jól körülhatárolható diszciplínák születését. Az *affektív idegtudomány* (affective neuroscience) az érzelmek, a kötődés, a szociális irányultság neurobiológiai alapjait kutatja, s ötvöződnek benne a magatartástudományok, a szociobiológia, az evolúciobiológia és evolúciós pszichológia és a neurobiológia eredményei (Panksepp, 1998). A *magatartás-neurológia* (behavioural neurology) az emberi magatartás neurobiológiai alapjait kutatja és a magatartási folyamatok zavarait értelmezi a neurológia eszköztárával és koncepcióival (Mesulam, 2000).

A kognitív idegtudomány különös viszonyban áll a filozófiával. Az állati vagy emberi agy működésének számos aspektusa objektíven vizsgálható és leírható megfelelő kísérletes módszerek segítségével. Azonban a gondolkodási folyamatok, érzések, tapasztalatok szubjektívek, külső szemlélő által objektíven nem vizsgálhatók, nem mérhetőek. Megismerésük és leírásuk annak privilégiuma, akinek agyában/elméjében ezek megszületnek. Mégis a kognitív idegtudomány egyik stratégiailag fontos eleme annak hangsúlyozása, hogy a szubjektív szférába tartozó gondolkodási, érzékelési, tapasztalási, motivációs folyamatok kutatását beillessze az objektív leírást használó kutatások egységes koncepciójába. Ez inkább kutatás-módszer-tani praktikus hozzáállás: a magasabb szerveződési szintről származó fogalmak relevanciájának elismerése. Eközben a kognitív idegtudósok nem vitatják s nem is firtatják a gondolkodási folyamatok szubjektíven megélt valóságának meglétét. Ennek elméleti kezelése a filozófus számára alapvető, a természettudós számára inkább pragmatikus kérdés, aminek számos gondja előkerül, amikor a két hozzáállás képviselői beszélgetni próbálnak (Changeux és Ricoeur, 2001 vitakönyve jó példa erre).

Bár az agy és elme kapcsolatának, egységének vagy különállásának kérdése szigorúan a filozófia területébe tartozik, és nem közvetlenül a kognitív idegtudományok területére, a kérdést megkerülni vagy nem létezőnek tekinteni mégsem lehet. A kognitív idegtudomány nem teszi vizsgálatá középponti tárgyává ezt a kérdést, de megközelítésük módjában szükségszerűen olyan álláspontot fog-

lalnak el, amely legalábbis a kutatási stratégiában realitásnak fogadja el a mentális világot, s ezzel a „top-down” megközelítést. Ez nem szükségszerű: lehet (s van is) olyan idegtudomány, amely mind a fogalmakban, mind a kutatási stratégiában szigorúan alulról felfelé építkezik. Ez azonban éppen eliminativista hozzáállása miatt *nem kognitív* idegtudomány. Buzsáki (2002, valamint fejezete a kötetben) kísérrel vázolni egy szigorúan alulról építkező filozófiát az idegtudományokhoz, mely „kicsérné a régi fogalmakat”, de a jelenségek szintjéről eljutna a megismerés szintjéhez. Mindennek kapcsolatait a filozófiai test-lélek-kérdéssel fejt ki a KERETES RÉSZ.

### A kognitív idegtudomány megjelenésének története a biológiai diszciplínákban

Az elmúlt két-három évtizedben a kognitív idegtudományok kialakulásához több tényező járult hozzá döntő módon a biológiai tudományok között is.

1. Talán első helyen a *klinikai neuropszichológia és a kognitív pszichológia egymásra találása* jelentette ebben az első lépést. A „kognitív neurológia” a 19. század második felétől (Broca, Wernicke és mások) analizálta szisztematikusan a neuroanatómiai léziók és a kiesett szenzoros, motoros, kognitív funkciók viszonyát. A klinikai neuropszichológia már a funkciókat állította előtérbe, és a klinikai adatokat analizálva fejlesztette ki azokat a modelleket, amelyek az agyi funkciólokalizálás „hőskorát” (Penfield, Lurija, Brenda Milner, Galaburda, Geschwind) jelentették. A hatvanas években kibontakozó kognitív pszichológia (G. A. Miller, Broadbent, Neisser, Posner) már igen komplex konceptuális modelleket épített, melyek teszteléséhez a klinikai adatok mellett bőségesen használtak modell-, illetve hipotézis alapon álló kísérleti paradigmatesztelést. Ez az egymásra találás mára tankönyvi anyag: Eysenck és Keane (1996) tankönyve például minden megismerési részfolyamat tárgyalásánál külön neuropszichológiai alfejezetet nyit.

2. A másik tényező az állatokon alkalmazott kísérletes idegtudományi módszerek, az *állati kutatási modell robbanásszerű fejlődése* volt. Ehhez hozzájárult mind az invazív, mind a nem-invazív eszköztár kibővülése. Az elektrofiziológiai módszerek finomodása elvezetett az egyséjt-regisztráció

módszeréhez, amely döntő paradigmaváltást hozott: komplex pszichofizikai funkciókról derült ki, hogy közvetlenül kapcsolatba hozhatók sejtválaszokkal. Például a színlátás vagy mozgáslátás értelmezésében a látórendszer legalacsonyabb részén lévő neuronok tulajdonságainak ismerete alapvető jelentőségű és nélkülözhetetlen. Mivel a legtöbb invazív kísérletes módszer nem alkalmazható emberben, a velük végzett állatkísérletek eredményeinek „extrapolációja” emberre egyre inkább bővítette a humán aggyal kapcsolatos ismereteinket. A nem-invazív módszerek közül pedig kiemelendő az állati magatartáskutatás eszköztárának és módszereinek finomodása, illetve a koncepcionális kapcsolatok megteremtése a humán pszichofizikai kísérletek, valamint az állatokon végzett viselkedéshiológiai, illetve neurofiziológiai kísérletek között. Ezek révén értelmezhetővé vált például számos perceptuális teljesítmény, az emlékezeti szerveződés típusai, de akár a figyelem vagy a tudat össze tevői és jellemzői is.

3. A *nem-invazív funkcionális képalkotási eljárások megjelenése* döntő módon járult hozzá a kognitív idegtudományok fejlődéséhez. Segítségükkel közvetlenül lehet tanulmányozni az emberi agyban az egyes szenzoros, motoros vagy magasabb kognitív működések során aktiválódó idegsejt-populációkat, agyi területeket. Ezek az eljárások nem csupán a funkciók lokalizálásában segítenek, hanem működésük közben tudjuk az agyat újabb és újabb feladatoknak kitenni, és jól követhetőek a különféle kihívásokra adott agyi válaszok során az agyi neuronpopulációk hálózatainak „átszerveződése” is, azaz az agyműködések funkcionális logikája. A funkcionális képalkotó eljárásoknak eddig talán az (és nem a „feljavult lokalizációs készség”) a legnagyobb hozadéka, hogy az agy funkcionális logikáját egyre jobban megismerjük a segítségükkel.

4. *Végül a számítási idegtudományok* fejlődését kell megemlíteni mint a kognitív idegtudományok egyik legfőbb támaszát. A számítási idegtudományok kiindulópontja az agy működésének modellálása olyan matematikai modellek segítségével, amelyek alapfeltétel-rendszerükben (a „peremfeltételekben”) szigorúan neurobiológiai alapokhoz kötődnek és megoldást keresnek az „egész rendszer” (avagy annak magas szintű alrendszerei) szintjén lévő folyamatok magyarázatára. Ez a megközelítésmód megtermékenyítően hatott és hat a

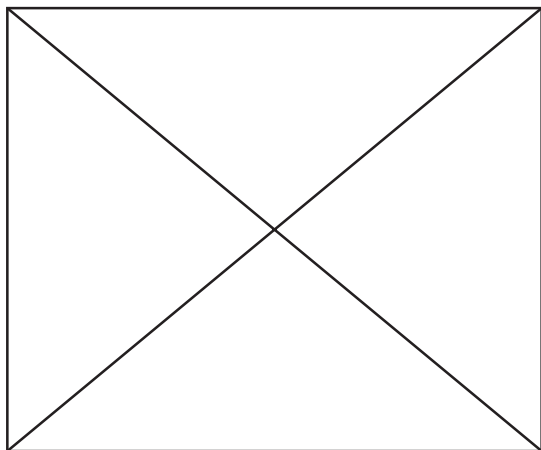
kognitív idegtudományok fogalomrendszerének gondolkodásmódjának fejlődésére.

Ugyanakkor a kognitív idegtudomány kérdésköre a másik oldalról is kapott ihletést. A következő alfejezet azt mutatja be, hogy miért jutott el a kognitív szemlélet is az idegtudományi kérdésekhez.

## A KOGNITÍV TUDOMÁNY „TESTETLEN ELMÉJÉTŐL” AZ IDEGTUDOMÁNYI ÉRTELMEZÉSIG

### A „tisztá megismerés” mint a kognitív tudomány első programja

A kognitív idegtudomány fogalomrendszere tekinthető abból a szempontból is, hogy hogyan bontakozott ki egy másik hibrid terület, a kognitív tudomány magyarázati igényeiből. A modern kognitív tudomány a 20. század hatvanas éveitől a szaktudományokban kibontakozott speciális kognitív elméletek általánosításaként jött létre. Olyan általánosítás volt ez, amely a különböző szaktudományoknak a viselkedést meghatározó *belső rendszer* (modellek) felé fordulását próbálta meg általánosítani. A kognitív gondolatmenet szerint az emberi viselkedés nem pusztán az adott ingerhelyzet, hanem az ingerre adott interpretáció függvénye. Ennek megfelelően foglalkozik a kognitív pszichológia a *belső reprezentációk* jellegével és keletkezésével az individuumnál, a kognitív szociológia és antropológia az ennek alakításában részt vevő sok generációs távlatokban érvényesülő szociális rendszerekkel, a nyelvészet egy különleges, a közlést és a megismerést összekapcsoló rendszerrel, a kognitív etológia az állati *belső leképező* rendszereknek az evolúciójával s így tovább. A közös nevező a modellálás gondolata: a megismerő rendszerek modelleket alakítanak ki, s viselkedésüket ezek a *belső modellek* irányítják. A speciális tudományok kognitív elméletei azután a nyolcvanas években észrevették, hogy vannak közös mondanivalóik, s persze van közös mondandójuk az újra megerősödő *elmefilozófiával* (*philosophy of mind*) éppen a modellálás előtérbe állításával. Ennek a közösségkeresésnek a keretében alakult ki a *kognitív tudományi szemlélet*, mint egy közös megismerési mozzanat keresése és dialógusteremtés,



1. ÁBRA  
A kognitív tudomány mint diszciplínák érintkezési területe  
(Pléh, 1998 nyomán)

mint az 1. ábra mutatja. (Ezt a folyamatot mutatja be Pléh, 1998 könyve.)

A kapcsolatkeresésnek voltak olyan tartalmi jellemzői is, melyek már lényegesek a kognitív idegtudományi szemlélet kibontakozásában. A megismerést modellálva a kognitív tudomány a hangsúlyt a gépekre és a formális tudományokra helyezte. A mára már klasszikusnak nevezett kognitívizmus azt tartotta fontosnak, hogy megkeresse, mi a közös az emberi és gépi rendszerekben. Kiindulópontja, hogy a megismerő rendszerek szimbólumkezelő rendszerek (Newell, 1980, Newell és Simon, 1982). Az ilyen rendszereknek átalakításai szabályaik vannak, s ezeket a szabályszerűségeket a hordozó fizikai rendszerektől függetlenül meg lehet ismerni. Semleges nyelven készült jellemzésből lehet kiindulni. A klasszikus kognitívizmus a megismerést mint „tisztá megismerést” értelmezi, nem minden platonisztikus felhang nélkül. Ezt a platóni felhangot persze kezdetektől megkérdőjelezi maga a gépi kiindulás: azért teszik zárójelbe a megvalósítási rendszer részleteit, mert az a formális és gépi ihletés mozzgat, melyet az 1. ábrán a *Mesterséges intelligencia* ígéző jelszava képvisel. Közvetlen háttérét tekintve ennek a gondolatmenetnek az irányítója és támasza a Putnam (1975) és Fodor (1968) megújít-

totta funkcionalizmus, az a hit, hogy a gondolati rendszerek és a fizikai rendszerek közt megvalósítási viszony van: egy gondolati rendszer többféle fizikai rendszerben is megvalósulhat. A klasszikus filozófiai kérdések szempontjából ez a hozzáállás a működési szintek között redukcionizmus helyett megvalósítási, *instanciációs viszonyt* tételez fel. Az ÉS-kapu, mint egy logikai viszony megvalósítása egyrésztől szemantikai viszony, másrésztől elektromos hálózati megoldás. Az ÉS-viszonyt számos fizikai rendszer megvalósíthatja, az idegrendszer-től a zseblámpaelemekből készült hálózatiig. Maga a szemantikai viszony azonban a klasszikus kognitív felfogás szerint nem redukálható derivációs módon a megvalósító rendszerre. Ez az *információs semlegesség* volna a klasszikus kognitívizmus lényege. (Lásd erről Haugeland, 1996 és a Block, 1980 kötet írásait.) Ryle (magyarul 1999) hagyományos viselkedésközpontú funkcionalizmusához képest a kognitívizmus többete a mentalizmus, a belső modellek feltételezése lenne, míg Ryle diszpozíciói teljességgel viselkedéses jellegűek voltak.

Ennek a felfogásnak a megismerési modellekre nézve is van egy jellegzetes korlátja: a megismerést alapjában véve a szimbólumkezelés keretében a nyelv modelljére építve képzelet el, és magát a nyelvet tekintve is a nyelv leíró funkciójából indul ki. Minden gondolkodás, minden kognitív folyamat olyan, mint a *leírás*: a gondolkodásban minden input mozzanatot átalakítunk a tényállásokat tükröző kijelentések formájára egy belső nyelvben, ez volna Fodor (1975) nevezetes „gondolatnyelve”. Ennek a propozicionális, kijelentéslogikai torzításnak a következménye az, hogy a klasszikus kognitívizmus számára az alapvető kérdések a magasabb megismerés körébe tartoznak: legfontosabb problémái a gondolkodás, a számolás, a logikai következtetés s hasonlók.

A kognitív szemlélet későbbi fejlődése szempontjából ez a gondolatmenet magában foglalt persze egy jellegzetes biológiailag is interpretálható architektúrát, amelyben tetten érhető a Neumann-féle számítógép-architektúra közvetlen hatása, mint az 1. táblázat összefoglalja. Ennek alkalmazását a gépi alapú és az elméleti alapú mesterségesintelligencia-kutatásban jól bemutatja Russell és Norvig (2000) tankönyve.

- A megismerés jellemezhető szimbólumok soklépcsős átkódolási folyamatként.
- Az (emberi) információfeldolgozás szekvenciálisan, lineárisan működik.
- Megismerésünknek egyetlen aktív feldolgozó középpontja van. (Ez felel meg a hagyományos kartéziánus tudat egységének.)
- Minden feladatot egyetlen közös nyelvre, a propozicionális kalkulus nyelvére fordítunk le.
- A feldolgozásban viszonylag kicsiny kapacitású operatív tárak és óriási kapacitású háttértárak működnek együtt. A háttértárakban vannak tudásaink, az operatív tárakban pedig az aktivált tudások és a beérkező anyagok.

## 1. TÁBLÁZAT

A klasszikus kognitívizmus elképzelései a kognitív architektúráról  
(Pléh, 1998)

### A kognitív tudomány interpretált programjai: az élő szervezet visszacsempészése

Ezt a klasszikus felfogást számos filozófiai kritika érte. Magát a funkcionalizmust eredeti felvetői is kételyekkel kezelik, mert maga a filozófiai komputációs elmélet nem tartható, amely szerint a mentális állapotok egy elméleti számítógép (Turing) állapotaival volnának azonosíthatóak (Putnam, 2000). Bírálták azért, mert önbecsapós a MI ígéreteit illetően (Searle, 1996), de már a mi témánkhoz, a neurális ihletésű kognitív modellekhez közelebb azért is, mert beépített korlátai révén a viszonylag lassú dolgok érdeklik, s nem az igazán gyors folyamatok. A klasszikus anekdotikus szembeállítás szerint: amíg Herbert Simon (1982), a közgazdasági Nobel-díjas klasszikus kognitívista szerint a kognitív kutatásban csak a 200 millisecondum feletti folyamatok érdekesek, mert ennyi idő alatt ismerjük fel a nagymamát, addig Hofstadter (1998) szerint az az igazán érdekes, ami ennél gyorsabb, hiszen ennyi idő alatt akár a nagymama fényképét is felismerjük. Penrose (1993) egyenesen tudományos eszmények szembeállításáról beszél: a kognitív kutatás eszménye, mondja, ne a matematika, hanem a fizika legyen. Ez a váltás a formális ihletésről a tartalmi irányába meg is történt. S a számunkra releváns gyakorlatias területeken nem a fizika,

hanem a biológia vált az új referenciarendszerré. A 2. táblázat megmutatja, mi mindent hozott magával ez a váltás. Az időt illető váltás is beilleszkedik a biologizáló szemléletváltáshoz: a testetlen gondolat kísérleti elemzése során csak az érdekes, hogy valami (például egy többszörös döntés) tovább tart, mint egy másik folyamat (egyszerű bináris döntés). A biológiai értelmezés során azonban az időket abszolút időként értelmezzük, mert arra vagyunk kíváncsiak például, hogy hogyan viszonyulnak a viselkedési idő a neurális folyamatok idői paramétereire.

## 2. TÁBLÁZAT

A kognitív tudomány biológiai szemléletváltása

Klasszikus felfogás	Új alternatívák
Relatív idő	Abszolút idő
Szimbolikus	Szubszimbolikus
Propozicionális	Készség és kép
Szerveződés	Mechanizmus
Gépi ihletés	Biológiai ihletés
Testetlen	Testre vonatkozó
Szekvenciális	Párhuzamos
Változatlan	Evolvált

A kognitív kutatás filozófiáját tekintve ez a váltás elfordulást jelent a platonisztikus megismeréskutatástól. Jól kifejezi az elégedetlenséget ezzel a koncepcióval a neurobiológus Damasióának a „száraz kognitivizmus” bírálatát a karteziánus hagyomány kritikájával összekapcsoló munkája. Ez a kritika összhangban van néhány új filozófiai megfogalmazással is, amelyek egy hármasságban értelmezik a megismerést. Összekapcsolják az aggyal, de tágabban az egész testtel és a test reprezentációjával is (Kampis, 2002 bemutatja ezt az egész értelmezési vitát), de összekapcsolják magával a külvilággal is (a jelentés forrását nem pusztán belül keresik, Putnam, 2000), valamint a szociális világ megkonstruált reprezentációjával is (Searle, 1995, 2000). Ez persze nem szükségszerű összekapcsolás: számos tudománytörténeti oka van, hogy a testiesebb, evolúciósabb és szociális váltások együtt és sokszor összekapcsolódva jelennek meg ma. Az összekapcsolás minket érintő változataiban a társas lét természettudományos értelmezésére törek-szenek.

A testetlen lélek karteziánus felfogása lehetett az a forrás, mely a 20. század közepe táján azt a metaforát eredményezte, hogy az elme egy szoftverprogram. Ha a lelket el tudjuk választani a testtől, akkor talán meg is tudjuk érteni anélkül, hogy hivatkoznánk a neurobiológiára, hogy bármilyen hatást gyakorolna ránk a neuroanatómia, a neurofiziológia és a neurokémia ismerete. Érdekes és paradox dolog az, hogy számos kognitív tudós, aki úgy gondolja, hogy a neurobiológiához való fordulás nélkül vizsgálni lehet az elmét, nem tartaná magát dualistának.

„Lehet némi karteziánus testetlenítés azoknak az idegkutatóknak a gondolkodása mögött is, akik azt hangsúlyozzák, hogy az elmét teljesen meg lehet magyarázni pusztán agyi események terminusai-ban, kihagyva belőle a szervezet többi részét, va-lamint a környező fizikai és társadalmi közeget – és kihagyva azt a tényt is, hogy a környezetnek magának egy része a szervezet korábbi cselekvé-seinek terméke. Én ellenállok ennek a korlátozás-nak. Nem azért, mert a lélek nincs közvetlen kap-csolatban az agyi tevékenységgel, mert ez nyilván így van, hanem azért, mert a korlátozó megfogal-mazás szükségtelenül részleges, s emberileg nem

kielégítő. Vitathatatlan, hogy az elme vagy lélek az agyból származik. Én azonban minősíteném ezt a kijelentést s mérlegelném azt a kérdést, hogy miért viselkednek olyan gondolatlesszerű módon az agyi neuronok. Szerintem ugyanis a döntő kérdés ez az utóbbi.” (Damasio: *Descartes tévedése*, 1996.)

A kognitív kutatás témáivá az önmagában nézett megismerő rendszerek helyett a megvalósítás ke-retében tekintett rendszerek válnak a nyolcvanas évek közepétől. Interpretált kognitív rendszereket keresünk, ahol az interpretáció iránya, akár csak a klasszikus pszichológiában, többféle lehet. Remé-nyünk persze az, hogy a mi korunkban ezek össze-kapcsolódnak, s nem mint egymást kizáró alterna-tívák jelennek meg (Pléh, 2000).

**1. NEUROBIOLÓGIAI ÉRTELMEZÉS** • Mindig is ez volt a vezető irány. Ne feledjük, hogy maga a meg- ismerés kísérleti vizsgálata elsőként, a 19. század végén mint fiziológiai pszichológia definiálta ön- magát. A kognitív idegtudományban ez az ihletés – a kutatási technológia fejlődésén túl – két új moz- zanattal színezve tér vissza. Nem feledkezik el mindarról, amit a „tisza kognitív kutatás” hozott a megmagyarázandó teljesítményeket illetően. Ha például a logikai következtetés neurális mechaniz- musaira kíváncsi, akkor olyan feladatokat s úgy jellemzett ingereket használ, ahogyan azt a klasszi- kus kognitív kutató tenné. Ha csecsemők hangész- lelésének neurális mechanizmusaival foglalkozik, nem teszi zárójelbe mindazt, amit a hangészlelés fejlődéséről megtanultunk. Az új paradigmában a kognitív kiindulópont adja meg, hogy mi is az a komplex teljesítmény, amit magyaráznunk kell, az idegtudomány pedig reményei szerint magát a ma- gyarázatot nyújtja. Ebben az értelemben a „kogni- tív” jelző a kutatási stratégiát illetően a felülről le- felé érvényesülő szempont, míg az „idegtudomány” az alulról felfelé építkező nézőpontot képviseli. Más- részt a kognitív idegtudomány, ellentétben (kevés kivétellel) a klasszikus pszichofiziológiai törekvé- sekkel, kéz a kézben halad a másik három interp- retációs rendszerrel. Ma az evolúciós, a fejlődési és a szociális magyarázatok nem mint a neurobioló- giai hozzáállás riválisai, hanem kiegészítői jelennek meg, mert a megvalósító rendszert evolváló rend- szerként látjuk, amelynek epigenézisét is értelmez-

zük neurobiológiailag, és feltesszük, hogy a főemlősök társas rendszere sem valami puszta társadalmi önkény eredménye, hanem maga is biológiai gyökerekkel rendelkezik.

**2. EVOLÚCIÓS ÉRTELMEZÉS** • Az utóbbi másfél évtizedben újjászületett evolúciós pszichológia különleges affinitással bír a kognitív rendszerek értelmezésére. A mai kor emberének számos kognitív sajátossága, a színlátástól kezdve a számolásig vagy a családi eljárásokig értelmezhető az egykori környezetre, az adaptációs nyomásokra és a szexuális szelekcióra hivatkozva, sőt, sokszor csak ez ad értelmet esetlegesnek tűnő megoldásaira. (Lásd erről Pinker, 2002, valamint Pléh, Csányi és Bereczkei, 2001.)

**3. FEJLŐDÉSI ÉRTELMEZÉS** • A kibontakozó idegrendszer, ahogy már Hebb (1949, 1975) gondolta, számos megismerési sajátosság kulcsa. A mai genomika világában, ahol a triviális szembeállítás a kisszámú gén és a nagyszámú magyarázandó teljesítmény között van, nagy a tudományos igény arra, hogy a fejlődést egyszerre tekintsük pszichológiai, kognitív, felülről, a teljesítményekből, s alulról, a megvalósító rendszer felől magyarázó elméletek keretében. Olyan „gondolkodás embriológiára” van szükségünk, amiről még Piaget (1998) sem mert álmodni, s aminek első szintézist nyújtó próbálkozásai Elman és munkatársai (1996) vagy Johnson (1997) tankönyvében található.

**4. SZOCIÁLIS ÉRTELMEZÉS** • Számos területen világhossá vált, hogy a társas lét nem esetleges mozzanat, hanem az emberi természet velejárója, s mint ilyen, ha tetszik, individualisztikus, ha tetszik, neurobiológiai értelmezésért kiált (Csibra és Gergely, 1998, Pléh, 1996, Tomasello, 2002).

### Életútpéldák a váltásra

Ez a komplex értelmezési igény együtt jár azzal, hogy az elfordulás a tisztán, önmagukban tekintett kognitív modellektől nem jelenti a kognícióból kiinduló szerzőknél a magasabb szerveződések iránti érdeklődés feladását vagy a megfélemezést a gondolat formájának egyszer meglett kérdéskö-

réről. Jellegzetes példák vannak erre az egyéni életutakban. A kísérleti pszichológiában például Posner (1975) évtizedeken keresztül a tiszta funkcionális modellálás egyik legnevesebb képviselője volt, aki betűfelismerési teljesítményekből posztulált igen kifinomult átkódolási folyamatokat. A mai ifjúság ugyanőt ismeri a kognitív kiindulású agyi képalkotó vizsgálatok egyik élharcosaként (Posner és Ratchie, 1995). Ők két folytonosságot hangsúlyoznak is a kutatás történetében. Az egyik vonal Szecsenovtól indul, s Sherringtonon át vezet Hebb (1949) sejtegyüttes-konceptiójáig, aminek technikai megragadása lesz majd a modern képalkotás. A másik pedig a klasszikus 19. századi pszichológiának a többek közt Posner felújította elképzelése a mentális tevékenység összetevőkre bonthatóságáról, dekompozíciójáról. Posner úgy látja, hogy saját fejlődése nem váltás, hanem a kutatási technika fejlődése által nyújtott beteljesedés. A vezető idegtudósokkal együtt írt programdolgozatában ugyanezt emeli ki: a viselkedési, tisztán pszichológiai vizsgálatok megadták, mit is kell magyarázania az idegkutatásnak, mely azután perspektívájában az agyi képalkotástól az egysejt-vizsgálaton át a molekuláris biológiáig mindent felhasznál. A kiindulópont azonban a viselkedéses és kognitív elemzés (Albright, Kandell és Posner, 2000). Hasonló a helyzet a mentális képzetek kutatóival is. Az egyik tábor, a mentális képek analóg reprezentációs felfogását hirdető tábor vezető képviselője, S. Kosslyn (1994) évtizedekig folyó viselkedéses, indirekt érvelés után, ahol a belső képek mellett az idők, az átalakítások ravasz részletei szóltak volna (lásd Eysenck és Keane, 1996 tankönyvét, valamint Nyíri fejezetét kötetünkben) áttért az idegrendszeri képalkotás használatára, hogy egy részben szenzualista képfelfogást szubsztancializáljon, kapcsoljon az idegrendszerhez. Ismét folyamatosság figyelhető meg a tiszta kognitív kutatás és a kognitív idegtudományi stratégia között.

Vagyis sokszor, bár nem mindenkinél megfigyelhető a folytonosság, a váltás egy életúton belül az interpretálatlan kognitív kutatástól az interpretáltig. Vannak persze ellenpéldák is. Fodor (1983), akinek innátizmusa igazán kínálkozott az interpretációra, féltékenyen tiltakozik mind az evolúciós, mind a neurobiológiai interpretációk ellen (Fodor, 2000).

## MIÉRT NEM REDUKCIONISTÁK A MAI SZINTÉZISTÖREKVÉSEK?

### A sokféle beágyazás együtt él

A mai kapcsolat- és szintéziskeresésnek van egy alapvető hangulati újdonsága, amely elkülöníti a pszichológia évszázados hagyományától. Ez pedig a többszörös magyarázat keresése. Ebből a fenti felsorolás első két mozzanatát világosan összekapcsolta Mayr (1982, 67. oldal), amikor a biológiai magyarázatokat rendszerezte: „a biológia felbontható a közeli (proximális) okok vizsgálatára, ami a (tágra értelmezett) fiziológiai tudományok tárgya, és a végső (evolúciós) okok vizsgálatára, ami a természettörténet tárgya”. Lelki életünknek is kettős biológiai lehorgonyozása van: nemcsak rövid távú fiziológiai, hanem hosszú távú evolúciós magyarázatot is keresnünk kell, s a kettőt lehetőleg egymásra kell vonatkoztatnunk. A hagyományos lélektan ritkán egyeztetette össze a kettőt: ha fiziologizált, számára az idegrendszeri megfelelők adták a magyarázatot, ha pedig a viselkedés fejlődése foglalkoztatta, akkor nem érdekelte a fiziológiai oldal.

Ez a kettős lehorgonyozás adja meg a lehetőséget arra, hogy – az antropológus Dan Sperber (2001) kifejezését használva – kettősen legyünk materialisták, s éppen a kettősség révén ne legyen hozzáállásunk redukcionista: tekintsünk a lélek felől az agy irányába, másrészt a gondolatok kulturális terjedése és a befolyásolás mechanizmusai, vagyis a társas integráció irányába. Ebben az értelemben mondhatjuk azt, hogy a megismeréstudomány a reprezentáció fogalmának előtérbe állításával (a gondolatok típusai, funkcionális szerveződése stb.) a kognitív idegtudományban is a szintéziskísérletek kulcsa lehet. A reprezentációk, a gondolatok világa tekinthető úgy is, mint ami új szelekciós mezőt teremt, amelyben a társadalomtudomány kérdése annak elemzése, hogy hogyan valósul meg egy külső ciklusban a szelekció a közvetlen valóságukban csak az egyéni elmében létező gondolatok között. Ekkor az idegtudományi, az evolúciós és a fejlődési értelmezés feladata annak oksági értelmezése, hogyan lehetséges egyáltalán reprezentáló, a világot megjelenítő szervezeti működés.

Rom Harré (1989) a mai kognitív tudomány alternatíváival foglalkozva fejtette ki, mi is lenne az,

ami egy konstrukcionista, a természeti redukcionizmussal szembenálló pszichológus számára elégtelen az (első) kognitív forradalom világában. Harré elégedetlensége azért jó kiindulópont, mert ebből elindulva éppen azt láthatjuk, hogy az új paradigmára vonatkoztatva miben nincsen igaza.

1. Az elme történeti (leg változó) kategória.
2. Az elme közösségi termék, melyet jórészt a nyelv közvetít.
3. A nyelvi jelentés és a nyelv egésze hajlékony, inherensen variábilis rendszer.
4. A gondolkodás világa a társalgásban alakul, s nem ellentmondásmentes.
5. A gondolkodás világa a *self* s készségek világához, s nem csupán a propozicionális emberhez kapcsolódik.

A szintézis esélyét ma az teremti meg, az ad neki új ízt, hogy ma már nem kétpólusú világban, hanem három pólusban gondolkodunk: a lelki jelenlét, az agyi folyamat és a fejlődés hármasságában, ahol az utóbbiba az evolúció, a kultúra és az ontogenezis is beletartozik. Az optimista Sperber (2001) felfogása szerint a pszichológiára, s általánosítsunk: a felülről lefelé megközelítésre azért van szükség a mai természettudományos gondolkodásban is, mert agy és kultúra közt a reprezentációk világa, a belső modellek, a gondolatok teremtenek kétirányú kapcsolatot. Vagy egy másik terület felől indulva, Gold és Stoljahr (1999) a mai neurobiológiai redukciókat értelmezve jutnak arra a következtetésre, hogy maguk a redukcionista célkitűzésű kutatások is állandóan a viselkedésre és a funkcióra appellálnak (az ellenszínnek élményére, az arcra, a történetek tartalmára), amikor a neurobiológiai alapokat keresik. Olyan neurobiológiát művelnek, ahol a kiindulást a reprezentációk elemzése jelenti.

Ha röviden tekintjük Harré (1989) kritikus pontjait a természettudományos pszichológiával szemben, ma a következőképpen áll a helyzet, s ebben a – ha nem is rózsásabb, de koherensebb – képben a kognitív idegtudománynak s a felsorolt komplex értelmezési kereteknek középponti jelentőségük van.

**TÖRTÉNETISÉG** • Ezt a könyvünk számos fejezetében is kidolgozott evolúciós szempont képviseli, ami persze nem elég a szociálkonstrukcionista.

A tulajdonképpeni történetiségéről is van azonban mondandója. Először is világosan elkülöníti, mi az, ami az architektúrához tartozó esetleg kulturális eredetű változás, s mi az, ami ehhez képest akcidentális. Általában messzire tekintő felfogásokról van itt szó, mint Donald (2001a,b) és Mithen (1996) elképzelései, akik az emberré válás folyamatában keresik a kulturális reprezentációs rendszerek keletkezését. Az egyik izgalmas neurobiológiai kérdés, hogy vajon vannak-e szerveződési változások magában az emberi gondolkodásban annak hatására, hogy megváltoznak a reprezentációk terjedésének módjai. Például az írásbeliség megjelenése valóban átszervezi-e belső világunkat, mint a magyar szakirodalomban a külső világra nézve Nyíri (1994) hangsúlyozza.

Számos mai próbálkozás ezt a kulturális meghatározottságot is neurobiológiailag értelmezi.

„Csak félig tréfálkozom, mikor azt mondom, hogy az emberi evolúció újragondolható, mint a Nagy Hominid Menekülés az Idegrendszerből. Az ember-szabású majmok s köztünk levő legfontosabb különbség a kultúra, pontosabban a szimbolikus kultúra, mely javarészt nem az agyi dobozon belül, hanem kívül van. A kultúra a kognitív tevékenységet számos agyban elosztja, s uralja tagjai gondolkodását... Kulturálisan kötött faj vagyunk, s szimbiozisan élünk saját közös kreálmányainkkal. Keressük a kultúrát, ahogy a madarak a levegőt. Cserében a kultúra alakítja elménket, miként a szobrász formálja az agyagot.” (Donald, 2001b, 149. o. és 300. o.)

**KÖZÖSSÉGI MOZZANAT** • Mint a csecsemő fejlődésével és az autizmussal kapcsolatos fejezetek is mutatják, a mai „neurokognitív” szerzők a beépített szociális mozzanatok az egyénhez rendelve keresik: a szociális szemantika, például a szándék-tulajdonítás az egyéni idegrendszerben bontakozik ki, s a vitatott kérdés inkább az, hogy pontosan milyen társas paraméterekkel, s mekkora korai tapasztalást igényelve (Csibra és Gergely, 1998, Gergely, Csibra, jelen kötet Pléh, 1996). Megjelenik ez a törekvés a szocialitás lehorgonyzására a patológiában, ahol meghatározott prefrontális területek sérüléséhez kapcsolunk jellegzetes szociális zavarokat (Damasio, 1996), de megjelenik a fejlődésben is, ahol például a cselekvéstudat és

a szándékrendszerek kibontakozását kapcsoljuk bizonyos agyterületek érésehez, s zavarait az autizmushoz. Mindezeket a fejleményeket mutatják kötetünk idevágó fejezetei is (Györi és Kéri - Janka).

**A NYELVI JELENTÉS SZOCIÁLIS ALAPÚ** • Ez mint elméleti alap, mint wittgensteiniánus szemantika hirdethető. A mai idegtudományi kutatás egyik újdonsága azonban, hogy a nyelvi rendszer, s egyáltalán a kategóriák idegrendszeri leképezésének szemantikai specificitását kezdi felvetni. Ezzel persze nem oldja meg a szociális alapú tagolódás kérdését, de az új technikák felhasználásával szembenéz a problémával, azzal, hogy milyen szemantikát is támaszt alá az idegkutatás. Ezt mutatja be például Kovács Gyula, valamint Lukács és Pléh fejezete.

**A GONDOLKODÁS VILÁGA NEM PUSZTÁN PROPOZÍCIÓS VILÁG** • Ez a mai idegtudományi kutatásnak is alapvető gondolata. Az explicit-implicit, észlelés-cselekvés, tudás-készség szembeállításakor alapuló neurobiológiailag interpretált kettős rendszerek mind azt emelik ki, hogy a kognitív idegtudomány is alátámasztja a szakítást a TUDNI MIT szerveződésű deklaratív rendszerek kizárólagosságával, s egy TUDNI HOGYAN rendszerrel egészíti ezt ki. Lukács és Pléh, Racsmány, Kéri és Janka fejezetei mutatják a tudástípusoknak ezt a neurális értelmezését.

### Szerveződési szintek az idegrendszerben

Mindebben a folyamatban a kognitív idegtudomány nem redukcionista a szó szakmai imperialista értelmében sem. A neurobiológia, az idegtudományok hozzászóltak ahhoz, hogy egyszerűbb szervezeteknél is alapvető kérdésük az áthidalás és a szerveződési szintek kérdése. Áthidalás kell ahhoz, hogy tisztázzuk a

- biokémia (pl. az ioncsatornák) és a sejtműködés viszonyát
- sejtműködés és mikrohálózatok kapcsolatát
- mikrohálózatok és makrohálózatok (pl. sejtegyüttesek, illetve pályák, lebenyek) viszonyát.

Ebben a többszintű rendszerben, amely állandóan az emergencia és szakmailag a féltékenységgel külső együttműködés kérdéseivel dolgozik, magatartás, gondolkodás és makrohálózatok összefüggése „csupán” újabb szerveződési szint, s újabb szakmai megközelítés az idegtudomány teljes pa-

norámájában. Ez kétségkívül drámai lépést jelent sok hagyomány szerint (Buzsáky és Nyíri fejezete mutatja, milyen súlyos interpretációs kérdésekről van itt szó), mégiscsak egy lépés, amely lehetővé teszi, hogy a gondolkodás világát ne a természet rendjéből kiszakítva vizsgáljuk.

## Az agy–elme-kapcsolat különböző formái

Az idegrendszeri működés és az emberi elmeműködés kapcsolatára számos változat jött létre a hagyományos filozófiai és a 19. század közepétől induló, ezt részben átvevő, de technikailag finomító pszichológiai gondolkodásban ugyanúgy, mint az élettanban is. Felsorolásszerűen még akkor is érdemes összefoglalni őket, ha néha igencsak avittnak tűnnek. Ez mutatja meg ugyanis a mai kognitív idegtudomány lehetséges újításait ezen a téren.

1. DUALIZMUS. Két redukálhatatlan szubsztancia van, hangzik a hagyományos felfogás, enyhébb s nyelviileg érvelő formáiban pedig úgy, hogy kétféle beszédmód: egy fizikalisztikus és egy mentálisztikus, melyek végső soron redukálhatatlanok. Ma az emberre vonatkoztatva a karteziánus gondolatmenet különböző változataiban jelenik ez meg, mely változatok lényege a léleknek megfeleltetett szigetek kiemelése az agyon belül. Ilyen volt például Eccles álláspontja a Popper–Eccles (1977) párbeszédűs kötetben. Ricoeur a Changeux–Ricoeur (2001) vitakönyvben mint szemantikai visszavezethetlenséget védelmezi ezt. Az ő álláspontja azért sajtósan érdekes, mert világosan kifejti azt is, hogy neki nem a pszichológiai, kognitív fogalmak neurobiológiai redukciójával van szemantikai nehézsége, hanem magával a kísérleti pszichológiával. A teljes élményfolyam lefordítása a laboratóriumban kezelhető nyelvezetre már önmagában torzító leegyszerűsítés: a kísérletekben neurológiailag is redukálni kívánt jelenség már nem azonos az eredeti élmény-nyel.

2. INTERAKCIONIZMUS. Descartes óta az újkori filozófiában velünk van, legalább mint a dualizmus kiegészítője, bár igazából nem fogalmi kérdésekre,

hanem oksági mechanizmusokra vonatkozó felfogás. Alapelképzelése, hogy a testi-fizikai és a mentális világ két külön szféra, melyek a külvilághoz igazodás érdekében valahogyan kölcsönhatásba lépnek egymással.

3. PARALLELIZMUS. A 19. század pszichológiájában fogalmazódott meg legvilágosabban ez az elv. Meg akarja tartani test és elme szemantikai szétválasztását, ugyanakkor felteszi, hogy minden mentális eseménynek megfelel egy fizikai, idegrendszeri esemény. Ahogyan Wundt, a kísérleti lélektan első kodifikálója megfogalmazza:

„...nincs olyan elementáris lelki folyamat – tehát az érzékelés és szubjektív érzelmi rezdülés –, amelyet nem kísérne paralel egy fiziológiai folyamat vagy sokkal inkább mindjárt fiziológiai folyamatok komplexuma. És mivel minden lelki folyamat ilyen elemekből áll, így ezzel azt is kimondjuk, hogy a pszichofizikai paralelizmus elve a pszichikus tapasztalati tartalmakra vonatkozóan általános érvényű heurisztikus elv.” (Wilhelm Wundt: *A pszichológia elvei*. Lipcse, 1903. Magyarul 1983. Fordította: Bíró Gyula.)

Hozzá tartozik az elv sorsához, hogy önellentmondásai miatt (honnan ez a párhuzam, miért nincsen oksági viszony etc.) a részletes kifejtések sokszor igen materialisztikus értelmezést adnak neki. Legjellegzetesebb ez G. E. Müller négy axiómájában:

1. A tudat minden állapotát valamilyen anyagi folyamat alapozza meg.
2. Az érzékleti minőségek azonosságának, hasonlóságának vagy különbözőségének megfeleltethető a pszichofizikai folyamat minőségének azonossága, hasonlósága és különbözősége, és viszont.
3. Ha egy érzéklet változásai azonos irányba mutatnak, akkor azonos irányúak a pszichofizikai

változások is, és fordítva. (Például erősebb élménynek intenzívebb idegrendszeri tevékenység felel meg.)

4. Az érzéklet minden kvalitatív változásának megfelel a pszichofizikai folyamat valamely kvalitatív változása, és viszont. (Müller, 1896/1983, 154–155. o.)

4. AZONOSSÁG-ELMÉLETEK. Ezek végeredményben valamilyen mentális és neurális azonosságot hirdetnek, s zárójelbe teszik a szemantikai visszavezethetlenséget. Naiv formában ezt mindmáig úgy érik el, hogy nem vesznek tudomást arról, hogy van szemantikai probléma. Kifinomult formában pedig szemantikai elemzésekkel próbálják például a testi és mentális mozzanatokot mint „aspektusokat” kezelni.

5. FUNKCIONALIZMUSOK. A többszám azt jelzi, hogy Arisztotelész óta számos formája van ezeknek. Filozófiatörténeti viták tárgya persze, hogy mennyiben jogos a mai gépközéppontú funkcionalizmust egészen Arisztotelészig visszavezetni vagy Ryle-t beállítani ebbe a táborba. A pszichológia és a mai természettudományos kognitívizmus azonban jóval liberálisabb szóhasználattal él, mint a gép alapú funkcionalista teóriák. A funkcionalizmus egyik oldalon szakítani akar a dualizmussal, a másik oldalon viszont szakít a naiv azonosság-elméletekkel is. A mentális világot mint az életjelenség formáját képzeli el. Mai, számítógépes felhangú változataiban a mentális világot mint a szoftverek világát vázolja. Szemantikailag a mentális eseménytípusok és a fizikaiesemény-típusok azonossága helyett példányok azonosságáról beszélnek (minden gondolatnak megfelel egy idegi esemény, de nem mindig s mindenkinél ugyanaz). Ugyanakkor számos modern változatukban van némi paralelizmus-íz, amikor a kétféle jelenségsort mint oksági és implikációs kapcsolatok világának kettősségét írják le. „Adott lévén a két hálózat – az oksági és a következtetési –, részleges izomorfia állapíthatunk meg közöttük. Egy ilyen izomorfia fényében egy *propozicionális attitűd oksági szerepe a tárgyát alkotó propozíció sematikus szerepét tükrözi.*” (Fodor, 1996, 74. o.)

6. EMERGENTIZMUS. A mentális valamilyen módon kiemelkedik a fizikai oksági világból. Ezek az elméletek a szintek közti viszonyokkal operálnak, s a

hangsúlyt arra fektetik, hogy egy többszintű rendszerfelfogásban nincsen szükségszerű ellentmondás az okság, a világ anyagi egysége és az új minőségek keletkezése között. A többszámot („elméletek”) az indokolja, hogy itt is egy okságielmélet-osztályról van szó, mely több konkrét test–lélek-felfogással kapcsolódhat. A szintek között a „klasszikus okság” elve töretlenül érvényes. Egyik értelmezés szerint azonban nemcsak az alacsonyabb szintek törvényei élnek a magasabb szinteken (például a fizikai, kémiai szintek törvényei maradéktalanul érvényesek a biológiai szinten: „forward causation”), hanem a magasabb „emergens” szintek működése is visszahat az alacsonyabb szintek működésére („backward causation”). Így a természet törvényei maradéktalanul érvényesülhetnek akkor is, amikor agyunk magasabb szellemi tevékenységei alapján testünk biológiai, kémiai, fizikai folyamatai módosulnak, például amikor akaratunkkal megindítjuk testünk mozgását, avagy egy látott szimbólum mélyreható élettani változásokat indít el szervezetünkben (düh, félelem stb.). (Szentágothai, 1979, 1984.)

7. ELIMINATÍV MATERIALIZMUS. Klasszikus megfogalmazásában mechanikus materializmusnak mondanánk ezt, ami az azonosságelméletek radikális formája. Különleges hangsúlyt a klasszikus kognitívizmus langyosnak érzett funkcionalizmusával szemben kapott. Radikális redukcionizmus ez, melyet *neurofilozófiának* is neveznek képviselői. A Churchland-szerzőpáros (Churchland és Churchland, 1990) és például Stich (1983) úgy véli, hogy a naiv pszichológia, mely a tudományos pszichológiát is áthatja, s mely az embereknek gondolatokat és szándékokat tulajdonít, kiiktatható lesz, mint afféle „boszorkányelmélet” vagy flogisztonteória. A mai neurobiológia majd úgy fog fejlődni, hogy a mentalista fogalmakat, mint amilyen a főnév, hiedelem, éhség stb. úgy fogjuk kiiktatni a tudományból, mint ahogy kiiktattuk a boszorkányokat meg a flogisztonokat. Nem egyszerűen kriticista materializmus ez, hanem negatív program az emberi megismerés kutatására, mely a viselkedésből, élményből származó hipotézisek pozitív, generatív szerepét igen kevésbé ismeri el. Híres példája az eliminációra a színelmélettel kapcsolatos. A színnek élménybeli variabilitása, tartalmi, élménybeli hasonlósága és a színérzékeny anyagokra reagálás fizikai rendszere között izomorfia van. Két probléma adódik ezzel a

hozzaállással, a vitatott színelméleti részletek mellett. Egyrészt ebből még nem következik, hogy más, magasabb szemantikai rendszerekre is érvényes lenne hasonló izomorfia, bár éppenséggel a kategória specifikus leképezésméletei ez irányba mutatnak. Másrészt a kutatás logikájában ez a szemlélet eltekint attól, hogy magukat a kategóriákat (piros, labda, ember stb.) nem az idegtudományi megfigyelésből vettük, máshonnan származnak, magasabb szintről. Ha ezt a kutatáslogikai kérdést befelé vetítjük a rendszerre, a kérdés hasonlít ahhoz, hogy vajon a kristályszerkezet oksági modelljei révén kiiktattuk-e életünkéből a törékenység fogalmát. A szemantikai fogalmak neurális redukciójával megszűnne a piros, az alma, az ember fogalma. Mint kutatási stratégiát Gold és Stoljar (1999) az eliminativizmust mint a radikális idegtudományi doktrínát elemzik. Rámutatnak arra, hogy nehezen tartható ez, hiszen az irányító mozzanat, mely a kutatási kérdést adja – még olyan egyszerű esetekben is, mint a kondicionálás –, maga a viselkedés.

A neurobiológia és a pszichológia viszonyát az [általában vett tudományos] redukcionizmus teljesen nyitva hagyja, s úgy kell tekintenünk, mint a

tudományok közti lokális viszony empirikus kérdését. ... ha valaki redukcionista akar lenni, el kell mennie a fizikáig mint végállomásig. Ha nincs további érv, mely *ugyanannyira* preferálná a neurobiológiát, mint a fizikát, akkor a neurobiológia a pszichológia számára – Jerry Fodor (1981) szavaival – helyi megálló. (Gold és Stoljar, 1999: *A neuron doktrína az idegtudomány filozófiájában.*)

Felmerül a kérdés: mit képvisel ezekben a lehetséges attitűdökben a mai kognitív idegtudomány? Az igazság az, hogy a klasszikus dualizmus kivételével szinte mindegyiket képviselik mai szerzők is. De melyiket képviseljük mi? Éppen a különböző magyarázatok együttélésének elve miatt az emergens elméletek valamilyen változatát hirdetjük. Mindenképpen feltesszük, hogy

- két leírási szint van (legalább)
- oksági mechanizmusok érvényesek közöttük, s ezek új minőségeket hoznak létre.

Beszélgetéseink Nánay Bencével (Collegium Budapest) sokat segítettek a betét megformálásában.

## IRODALOM

- Albright, T. D. – Kandell, E. R. – Posner, M. I. (2000). Cognitive neuroscience. *Current Opinions in Neurobiology* 10, 612–624.
- Block, N. (1980, ed.): *Readings in the philosophy of psychology*. Cambridge, Mass., Harvard University Press.
- Buzsáki, Gy. 2002. Agy és tudat: Válaszok egy nehéz problémára. In Vizi E. Sz. – Altrichter, F. – Nyíri K. – Pléh Cs. (szerk.): *Agy és tudat*. Budapest, BIP Kiadó.
- Changeux, J-P. – Ricoeur, P. (2001). *A természet és a szabályok*. Budapest, Osiris.
- Churchland, P. – Churchland, P. S. (1990). Gondolkodó gépek? *Tudomány* 6, No. 3, 16–21.
- Clark, A. (1994). *Associative engines*. Cambridge, Mass., MIT Press.
- Csibra G. – Gergely Gy. (1998). A mentális viselkedésmagyarázatok teleológiai gyökere: Egy fejlődési hipotézis. *Magyar Pszichológiai Szemle* 53, 368–378.
- Csibra, G. – Gergely, G. – Biró, S. – Koós, O. – Brockbank, M. (1999). Goal-attribution without agency cues: The perception of 'pure reason' in infancy. *Cognition* 72, 237–267.
- Damasio, A. (1996). *Descartes tévedése*. Budapest, Aduprint.
- Donald, M. (2001a). *Az emberi kultúra keletkezése*. Budapest, Osiris.
- Donald, M. (2001b). *A mind so rare*. New York, Norton.
- Fodor, J. (1968). *Psychological explanation*. New York, Random House.
- (1975). *The language of thought*. Cambridge, Mass., Harvard University Press.
- (1983). *The Modularity of Mind*. Cambridge, Mass., MIT Press.
- (1996). Fodor kalauza a mentális reprezentációhoz. In Pléh, 1996, 64–86.
- (2000): *The mind doesn't work that way: Scope and limits of computational psychology*. Cambridge, MIT Press.

- Gold, I. – Stoljar, D. (1999). A neuron doctrine in the philosophy of neuroscience. *Behavioral and Brain Sciences* 22 (5): XXX-XXX.
- Harré, R. (1989). Vigotsky and artificial intelligence: What could cognitive psychology possibly be about? *Philosophical Psychology* 2, 389-400.
- Haugeland, J. (1996). A kognítívizmus jellege és kézenfekvő volta. In Pléh Csaba (szerk). 1996.
- Hebb, D. O. (1949). *The organization of behavior*. New York, Wiley.
- Hebb, D. O. (1975). *A pszichológia alapkérdései*. Budapest, Gondolat.
- Hofstadter, D. (1998). *Gödel, Escher, Bach*. Budapest, Typotex.
- Kampis, Gy. (2002). Közelíthető-e egymáshoz test és tudat? gondolkodó test. In press.
- Buzsáki, Gy. 2002. Agy és tudat: Válaszok egy nehéz problémára. In Vizi E. Sz.- Altrichter, F. – Nyíri K. – Pléh Cs. (szerk.): *Agy és tudat*. Budapest, BIP Kiadó, 97-109.
- Mayr, E. (1982). *The Growth of Biological thought*. Cambridge, Ma., Harvard University Press.
- Mithen, S. (1996). *The prehistory of the mind*. London, Thames and Hudson.
- Müller, G. E. (1896). Zur Psychophysik der Gesichtsempfindungen. *Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane* 10,1-82. Magyarul egy része in Pléh, 1983.
- Nagel, T. What is it like to be a bat? *Philosophical Review* 1974, 435-450.
- Newell, A. (1980). Physical symbol systems. *Cognitive Science* 4, 251-283.
- Newell, A. – Simon, H. (1982). A tapasztalati számítógéptudomány – szimbólumok és keresés. In *A rendszerelmélet mint társadalmi igény*. Budapest, Akadémiai, 227-256.
- Nyíri J. K. (1994). *A hagyomány filozófiája*. Budapest, T-Twins.
- Penrose, R. (1993). *A császár új elméje*. Budapest, Akadémiai.
- Pinker, S. (2002). *Hogyan működik az elme?* Budapest, Osiris.
- Piaget, J. (1988). *A viselkedés mint a fejlődés hajtóereje*. Budapest, Akadémiai.
- Pléh Cs. (1983, ed.). *Pszichológiatörténeti szöveggyűjtemény*. Budapest, Tankönyvkiadó.
- Pléh Cs. (1996). Szociális modellek a megismeréskutatásban: Spekulatív szintézis. *Pszichológia* 16, 209-235.
- Pléh Cs. (2000). A naturalizmus lehetőségei a mai pszichológia filozófiájában. In Nyíri Kristóf (szerk.): *Filozófia az ezredfordulón*. Budapest, Áron Kiadó, 2000, 151-161.
- Popper, K. R. (1998). *Test és lélek*. Budapest, Typotex.
- Popper, K. R. – Eccles, J. C. (1977). *The self and its brain*. Berlin, Springer.
- Posner, M. (1975). Az absztrakció és a felismerés folyamata. In Marton Magda (szerk.): *A tanulás szerepe az emberi észlelésben*. Budapest, Gondolat.
- Posner, M. I. – Raichle, M. E. (1995). Precipitous Images of Mind. *Behavioral and Brain Sciences* 18 (2). 327-383.
- Putnam, H. (1975). *Mind, language and reality*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Pylyshyn, Z. W. (1984). *Computation and cognition*. Cambridge, Mass., MIT Press.
- Russell, A. – Norvig, J. (2000). *Mesterséges intelligencia*. Budapest, Prentice-Hall.
- Searle, J. (1992). *The rediscovery of the mind*. Cambridge, Mass., MIT Press.
- Searle, J. (1995). *The construction of social reality*. New York, Free Press.
- Searle, J. (2000). *Elme, nyelv és társadalom*. Budapest, Vince.
- Simon, H. (1982). *Korlátozott racionalitás*. Budapest, Közgazdasági.
- Sperber, D. (2001). *A kultúra magyarázata*. Budapest, Osiris.
- Stich, S. (1983). *From folk psychology to cognitive science*. Cambridge, MIT Press.
- Szentágothai János (1979). Egységes agyelmélet. Utópia vagy realitás? *Magyar Tudomány* 601-616.
- Szentágothai, J. (1984). Downward causation? *Ann. Rev. Neurosci* 7, 1-11.
- Vigotszkij, Sz. L. (1971). *A magasabb pszichikus funkciók fejlődése*. Budapest, Gondolat.
- Wundt, W. (1903/1983). *Naturwissenschaft und psychologie*. Lipcse, Engelmann. Magyarul egy része: A pszichológia elvei. In Pléh, 1983, I., 132-147.