

PLÉH CSABA

A Nyelv idegrendszeri képviselete: tények és új elméletek¹

Dolgozatomban azt próbálom megmutatni, hogy közel másfél évszázados története során hogyan is alakult elképzelésünk a nyelv lokalizációjáról az idegrendszerben, és hogyan változott meg ez az elképzelés az utóbbi néhány évtizedben. Mondanivalóm lényege az lesz, hogy a kezdeti modellek egyszerű, szétbontó, lokalizációs felfogását a XX. század elejétől kiegészíti egy nyelvészetileg szofisztikált kép, amely magát a nyelvi rendszert szeretné tüzetesen elemezni, és ezeknek a strukturális megfontolásoknak megfelelő lokalizációt keres. A XX. század végétől ezt kiegészíti – többek között a modern technológiák hatására – egy olyan kép, amelyben ma már nem az idegrendszer szerveződése okozza vagy teszi lehetővé a nyelvet, hanem fordítva; a nyelv mint külső rendszer sajátos idegrendszeri szerveződéseket használ fel saját céljai megvalósítására.

A klasszikus kép az afáziáról

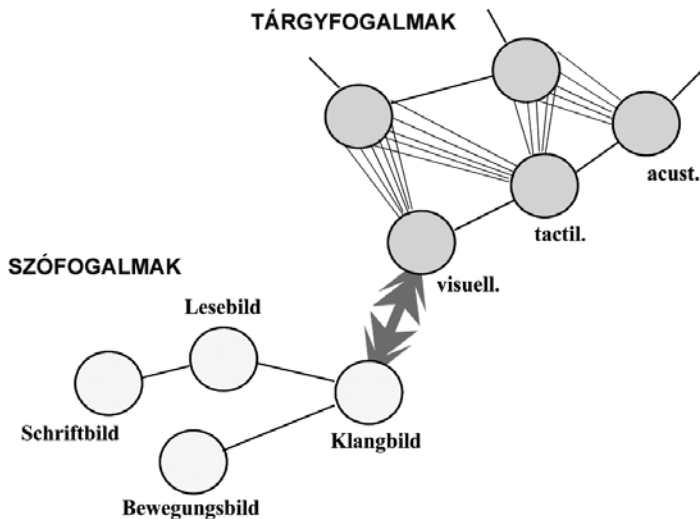
Az afázia klasszikus felfogását a XIX. században Paul Broca (1824–1880) és Karl Wernicke (1848–1905) jellegzetes esetleírásai indították el. Alap gondolatuk a korszak képzettársítási, elementarista asszociációs pszichológiájának megfelelően az az elképzelés volt, hogy a nyelv is sajátos érzéki és motoros képzetek összessége. Broca úgy vélte, hogy nevezetes betegénél a beszédhez szükséges motoros képzetekért felelős területet azonosította a bal homloklebeny hátsó-alsó lebenyében. Az e terület sérülésekor fellépett artikulációs zavart nevezte motoros afáziának. A közlési lánc másik oldalán Wernicke pedig a szenzoros képzeteket vélte azonosítani, valamint azt a tényt, hogy a kétféle képzettárnak, a motoros és az akusztikus képzettárnak az összekapcsolásáért is kell felelős legyen egy idegrendszeri struktúra: a *fasciculus arcuatus*, melynek sérülése a vezetékes afáziát okozná. Ismétlődően jól látjuk e két tipikus zavar tünetét. A Broca-afáziásokra a kifejezés zavara és a nyelvtani tagolás nehézsége a jellemző, a Wernicke-afáziásokra pedig – a beszédmegértési zavarok mellett – a szókeresés nehézsége és a különböző szavak hangalakján alapuló lexikai, illetve jelentésen alapuló szemantikai parafáziák a jellemzőek. Az 1. táblázat példái két mai magyar betegnél mutatják be a jellegzetes tünettani képet.

¹ A tanulmány két előadáson alapul. Az egyiket az Szegedi Tudományegyetem Pszichológiai Intézet „Tudás – Tér” című előadássorozatában tartottam 2009. március 18-án, a másikat a Magyar Alkalmazott Nyelvészek XIX. kongresszusán, Egerben, 2009. április 12-én.

1. táblázat: A Broca- és Wernicke-afázia tünettana
(Mészáros Éva és Bánréti Zoltán gyűjtése, személyes közlés)

BROCA-afázia	WERNICKE-afázia
Volt egy ágy, amin fek...vagy nem hanem ...állt... hanem fek...feküdt és egyszercsak ujjamban né- zem, így mi fordult meg?...nem tud, hogy mi van? És akko így néz...nézem jo...jo...nem bírom moz- dítani. Nem bírtam egysz...akkor megmozdulok a kézzel...azt vá... vártam, a nem mozdulni a kezem meg a testem. És nem tud, hogy mi van!	fiatalember most féjjel helyezte a tronokba most át helyezi úgy látom valamit a a csánithoz oda jól kimodndani szépen és ő még nyárszik maganak itt a fehér gornyo gornyo hogy kimondani szépen kor kornyofi ült egy fajaváza fiatal ember amiő még én szerintem úgy nézem, hogy ő még csotolta is egy egy ilyen jányit férfi

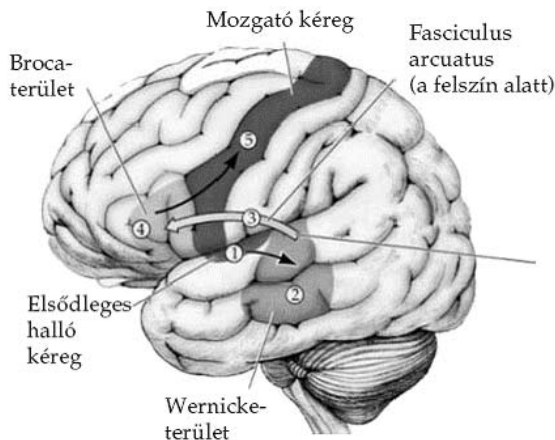
Ennek a modellnek a kialakítása során számos rész kérdésben eltérő, egészlegesebb nézeteket hangsúlyozott a fiatal Sigmund Freud (1891) is. Amint az 1. ábra mutatja, az ő alap gondolata is az volt, hogy sajátos képzetkapcsolatok vannak, ugyanakkor ezt kiegészítette azzal, hogy jellegzetesen feltételezte: bizonyos fogalmi területek leképezése és a szavak leképezése között is kapcsolatot kell keresnünk.



1. ábra: Sigmund Freud (1891) elképzelése a fogalmi és a szavakkal kapcsolatos mezők összekapcsolódásáról

A XX. század végére, elsősorban az agysérülésekben bekövetkezett változások részletes elemzésével alakult ki a ma klasszikusnak tekinthető Wernicke–Geschwind modell. Ennek kiindulópontját a különböző agysérülések nyomán bekövetkező beszédprodukciós és beszédmegértési változások képezik. Ezeket megpróbálják az egyre modernebb szövettani eljárások segítségével rávetíteni az agykéreg felületére vonatkozó Brodmann-féle területi beosztásokra, miközben a tünettan is fokozatosan átalakul. A XIX. század végi motoros/szenzoros afázia-felfogás átalakul non-fluens/

fluens afáziává. E felfogás szerint az elülső kérgi sérülések esetén a beszéd folyékony-sága és a nyelvtani tervezés sérül, míg a hátsó agyrészek sérülésekor bekövetkező afáziában a fluencia nem sérül, sőt kórosan emelkedett is lehet. Egy másik, nyelvésze-tileg pontosabb megfogalmazásban pedig az elülső sérülések agrammatikus nyelvtani zavarokat, míg a hátsó sérülések szótalálási tünettel jellemezett összképet alakítanak ki. Ezt a képet mutatja a 2. ábra.



2. ábra: Az afáziás zavarok klasszikus képe: A Wernicke-Geschwind modell

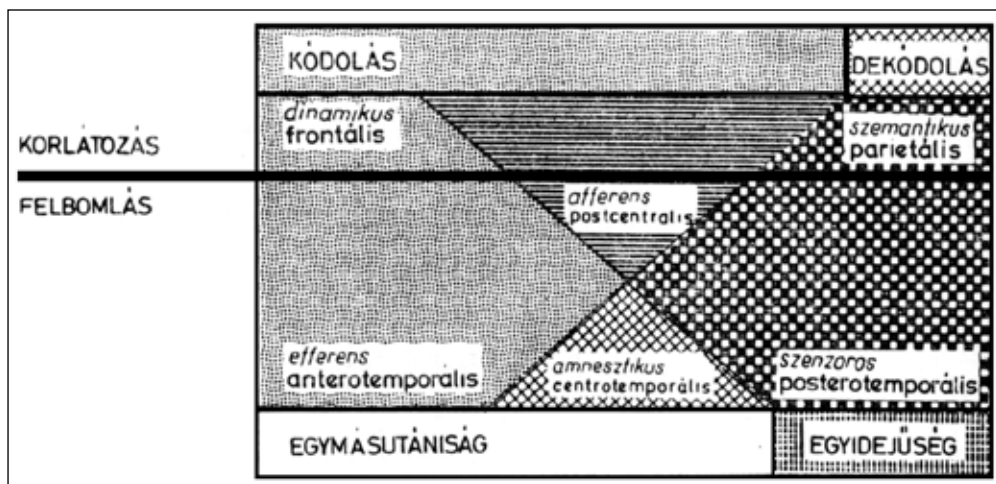
Nyelvészeti kiegészítés: a Jakobson–Lurija modell

Az orosz-amerikai nyelvész Roman Jakobson (1896–1982) és az orosz neuropszichológus Alexandr Romanovics Lurija (1902–1977) egymásra reflektáló megfogalmazásaiban egyre több afázia-típust kezdtek elkülöníteni; és ezt nyelvészetileg, a kódnak, illetve a kód használatának a nyelvi rendszer szempontjából értelmezett dimenzióival kapcsolták össze. Ez a felfogás a XX. század elején, az afázia egészes, holisztikus értelmezésével kapcsolatban (például Goldstein 1927) keletkezett vitára adott válasznak is tekinthető. A XIX. században kialakult, majd a XX. század közepén Geschwind által felújított felbontó, dekomponáló felfogással szemben megfogalmazódik ugyanis Head, Goldstein, Gelb és mások munkáiban egy holisztikus felfogás, amely egészesebben próbálja meg értelmezni a szimbolikus funkciók felbomlását agykérgi sérülések esetén. Jakobson és Lurija a strukturális mozzanatot veszi át a holizmusból. Jakobson a nyelvi működés strukturális szerveződését emeli ki, az elemeken túlmutató jelleget; míg Lurija ehhez hozzáteszi azt a koncepciót, mely a magasabb kérgi működések esetén funkcionális, a működés komplexitásából fakadó lokalizációt tételez fel.

Jakobson felfogásában a nyelvi jel kétarcú a kognitív működéseket illetően: „Minden nyelvi jel két tengely mentén helyezkedik el: az egyidejűség és az egymást követés tengelyén.” Ez a kettősség Jakobson számára azt jelenti, hogy a klasszikus retorika, a kijelentés szerveződése, a mentális mechanizmus és az idegrendszeri organizáció egyaránt kettős szerveződést mutat.

Jakobson maga nemigen végzett afázia-kutatásokat, javarészt Lurija (1975) munkáira épít. Kidolgozott rendszerében három szembenállás szerepel:

1. kódolás-dekódolás (érintkezés-hasonlóság),
2. korlátozás-felbomlás,
3. egymásutániség-egyidejűség.



3. ábra: Jakobson (1969: 204) felfogása az afáziás zavarok nyelvészeti rendszeréről

A 3. ábra mutatja Jakobson és Lurija háromdimenziós modelljét, amelyben az egyik dimenzió a kódolás/dekódolás; ennek megfelelően beszélünk motoros és szenzoros afáziáról. A második dimenzió a korlátozás/szűkítés, illetve a felbomlás. A harmadik dimenzió az egymásutániség/egyidejűség; ennek megfelelően beszélünk szintaktikai, illetve szemantikai zavarokról. Gondolatmenetük legfontosabb jellemzője, melyet Jakobson gyermeknyelvi és fonológiai munkáiban, s általános nyelvelméletében is kihangsúlyoz, a paradigmatis és szintagmatis tengely szembeállítás. A szintagmatis tengelynek felel meg a homloklebény működése, a paradigmatis tengelynek pedig a halántéklebény és általában a hátsó agyrészek működése. Az 2. táblázat mutatja kettőjük felfogását.

2. táblázat: Jakobson és Lurija modellje a nyelvi működés alapelveiről és kapcsolataikról az afáziával

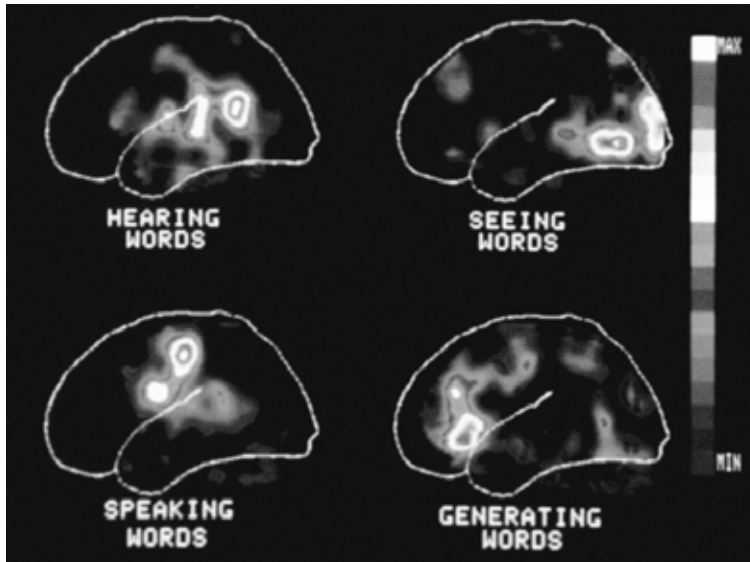
Alapelv	Kódolás	Retorika	Mechanizmus	Agyrész	Pinker
Paradigma	Dekódolás szenzoros	Metafora	Szelekció	Wernicke, hátsó	Elem
Szintagma	Kódolás motoros	Metonímia	Kombináció	Broca, elülső	Szabály

Van új a nap alatt? Az utóbbi évtizedek újításai

Az 1970-es évektől úgy tűnt, hogy az afáziatan a szokásos útján fog előre haladni. Egyre részletesebben fogja át a tünettant. Megpróbálja ezt egyre pontosabban összekapcsolni az egyes kérgi sérülésekkel (erre jó összefoglalás a Bánréti szerkesztette kiváló fordításgyűjtemény). Megjelenik az igény az afázia tünettanának összekapcsolására a nyelvtipológiával (MacWhinney, Osman-Sági és Slobin 1991). Ennek a különösebb meglepetéseket nem hozó progresszióknak az elméletet is érintő technikai megújításai azonban alapvetően megváltoztatták a helyzetet. Ennek a megváltozásnak az a döntő mozzanata, hogy az ép agy működéséről egyre több módszerrel sikerül nyelvi feladatok során menet közben információkat szereznünk. Nem kell várnunk arra, hogy a természetes kísérletek során rendelkezésünkre álló beteganyagot, a baleseti és dagánatos vagy stroke következtében bekövetkező sérüléseket elemezhesük. Ehelyett közvetlenül megnyílik a lokalizáció ígérete. Másrészt ez a gondolatmenet összekapcsolódik a modern számítástechnika különböző komputációs modelljeivel. Ezek a komputációs modellek a nyelvi rendszer minél finomabb visszaadására törekuszenek. Szeretnék megmutatni, hogy általános tanulási mechanizmusok segítségével mi modellálható és mi nem modellálható a nyelvből. Mindennek következtében számos kifinomult adatunk jelenik meg a nyelvtanár számára is érdekes különböző populációkról, például a kétnyelvűek, a jelnyelvet használók nyelvi rendszerének idegrendszeri reprezentációjáról és így tovább. Ezek biológiai értelemben proximális adatok, proximálisak abban az értelemben, hogy közvetlenül az idegrendszerre vonatkoztatott tények. Fokozatosan megjelenik az igény arra is, hogy ezeket összekapcsolják a disztális adatokkal, vagyis az evolúciós spekulációkkal arra nézve, hogy hogyan is bontakozhat ki egyáltalán egy ilyen rendszer.

Az 1980-as évek vége az idegrendszeri képalkotás forradalma. Az egyik legelső munkát, a kísérleti pszichológiában az addigra már igen jól ismert Michael Posner és munkatársai közölték (Petersen, Fox, Posner, Minton 1989) közlik. Pozitron emissziós tomográf (PET) felvételeken (4. ábra) jól látható, hogy a szavak olvasása során elsősorban speciálisan a tarkólebeny aktivizálódik, a hang hatása nyomán viszont a halántéklebenynek az a felső része, a *girus temporalis superior*, amelyet az afáziatan is a szavak szenzoros feldolgozásához kapcsol. Szavak mondásakor a homloklebeny hátsó-felső régiói, míg szavak aktív kimondásakor a homloklebeny alsó-hátsó területei, a Broca-terület lesz aktív. Posnerék klasszikus felismerései óta sok száz hasonló vizsgálat jelenik meg évente, amelyek variábilis képalkotó eljárásokkal (PET, MRI, fMRI, SPEC stb.) arra mutatnak rá, hogy a lokalizáció abban az értelemben dinamikus, hogy a különböző feladatoktól függ, hogy mely agyterületek válnak aktívvá. A 4. ábra mutat néhány példát ezekre a dinamikus eltérésekre a különböző rendszerek között.

A sokféle viselkedési és idegtudományi adat jellegzetes, nagy karriert befutó szintézis-kísérlete az 1990-es évektől a *kettős rendszerek* megjelenése. A kettős rendszerek lényege Jakobson és Lurija logikájának megfelelően, de akár a klasszikus Geschwind–Wernicke modell logikájának megfelelően is, hogy két alrendszert azonosítunk a nyelvben. Az egyik alrendszer lenne felelős a nyelvtanért és a beszédprodukciónak, és ez felelne meg a Lurija–Jakobson modellben a szekvenciális szerveződésnek, az érintkezésnek, a szintaxisnak; míg a másik a különböző asszociatív



4. ábra: Posner és munkatársai első, úttörő PET eredményei a nyelvi feladatok alatt aktív agykérgi részekről

rendszereknek és az asszociatív típusú paradigmikus lexikai szerveződésnek felel meg. Steven Pinker (1991, 1997, 1999) kettős rendszere egyszerre használ jellegzetes viselkedési adatokat, idegrendszer-kiváltott potenciál adatokat, illetve szerzett és fejlődési zavarokból származó adatokat. A 3. táblázat mutatja a viselkedési mozzanatokat.

3. táblázat: Pinker kettős rendszerének viselkedési oldalai

Viselkedés	Szabály	Elem, asszociáció
Felismerés	összgyakoriság-függő: <i>learn</i> , <i>learned</i> , <i>learning</i> össz-gyakoriságától függ például a <i>learned</i> felismerése	elem-függő: a <i>went</i> felismerése csak a <i>went</i> gyakoriságától függ, a <i>go</i> nem számít
Produkción	<i>learn</i> → <i>learned</i> gyakoriság-független	<i>go</i> → <i>went</i> gyakoriság-függő
Előfeszítés	<i>learned</i> → <i>learn</i>	<i>went</i> → <i>go</i> nincs
Idióma	Feldobták a talpukat	* lovakat adott alá
Új szavak	szabályos (az átvett szó a főszabály szerint): <i>kóla-kólát</i>	a kivételt nem követjük: a <i>go</i> játék tárgyesete <i>got</i> , s nem <i>govat</i>

Harald Clahsen (1999) Pinker rendszerét kiegészítve azt kezdi el hangsúlyozni, hogy igen határozott érvek szerint az idegrendszeri megvalósító szisztéma jellegzetesen elkülöníti egymástól a grammatikai szerveződési és a szelekciós folyamatokat, a generatív nyelvészet minimalista modelljének megfelelően (Chomsky 1995). Ezt mutatja a 4. táblázat.

4. táblázat: A Pinker és Clahsen féle kettős rendszer idegrendszeri megfelelői

Adattípus	Szabály	Asszociatív
Kiváltott potenciál	Broca-terület	Eltérési negativitás
PET vizsgálatok	Broca-terület	Temporális, orbito-frontális
PET vizsgálatok	Periszilviánus aktivitás	Egész kéreg

Pinker azt is felvetette, hogy ez a kettősség – a hagyományos szerzett nyelvpatólógias Broca és Wernicke afázia-típusai mellett – a fejlődési zavarokra is jellemző. Az emlékezeti és a nyelvfejlődési zavarok két jellegzetes típusának is megfeleltethető lenne ez a kettősség. A fejlődési, feltehetően genetikai alapú patológia és a szerzett patológia ugyanazt a logikát követné, amelyet az 5. táblázat mutat.

5. táblázat: Patológiás adatok a disszociációról Pinker és Clahsen rendszerében

Zavar típusa	Szabály alkalmazása	Asszociatív elem alkalmazása	Szerzők
Afázia	Broca: nehéz percepció és produkció	Wernicke: nehéz, Broca: könnyebb	Marslen-Wilson és Tyler 1997; Ullman 2001; Ullman és mtársai 1999
Emlékezeti zavar	Parkinson kóros: nehéz	Alzheimer kóros: nehéz	Ullman és mtársai 1999
Fejlődési zavar (SLI)	Nehéz	Könnyebb: véletlenszerű	Gopnik és Crago 1991
Williams-szindróma	könnyebb a szabály, a mondattan és alaktan	Nehézségek szókincsben, nehezebb a kivétel	Pinker 1991; Clahsen 1999

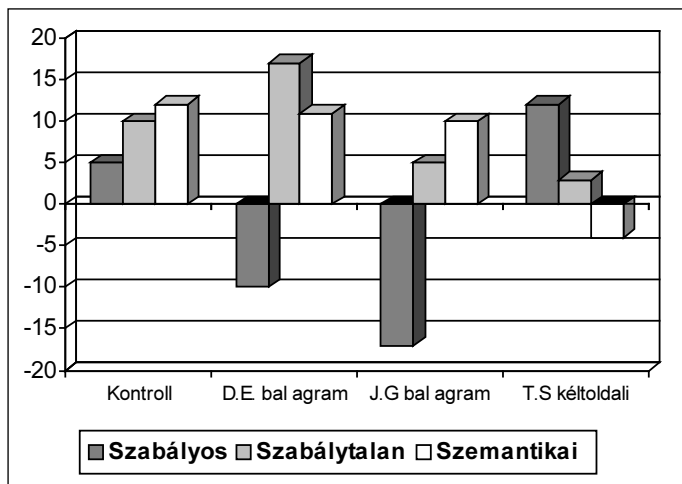
Erről a leegyszerűsítő kettősségről számos vita folyik azóta is. A vita egyik oldala, hogy a kettős rendszer mellett szóló adatok valójában nem mutatnak olyan szigorú kettősztást, mint Pinker és Clahsen modellje sugallná. Miként a nyelvben is mondat- és szótár között sincs valamiféle drámai elkülönülés (Pléh és Lukács 2002; Lukács 2005). Hasonló módon a mentális reprezentációban sem lenne éles határ a nyelvtan és a szókincs között. Az agykéregben valójában mindkét alrendszer a Sylvius-árok körüli szövetfejlődés egy különleges teljesítménye.

Egy másik visszatérő vitakérdés, hogy vajon jogos-e a fejlődés közbeni disszociációkat ugyanúgy kezelni, mint a szerzett zavarokat. Sokan úgy vélik, hogy nem tartható a specifikus nyelvfejlődési zavarnak és a Williams-szindrómának az az éles szembeállítás, amelyben a Williams-szindrómát a jó nyelvtan, gyenge szókincs, az SLI-t pedig gyenge nyelvtan, jó szókincs jellemezné (Lukács 2005). Mindkét esetben kifinomultabb tanulási utak elemzésére van szükség ahhoz, hogy megértsük az egész folyamatot (Karmiloff-Smith 1998).

A kettősségek finomabb elemzése

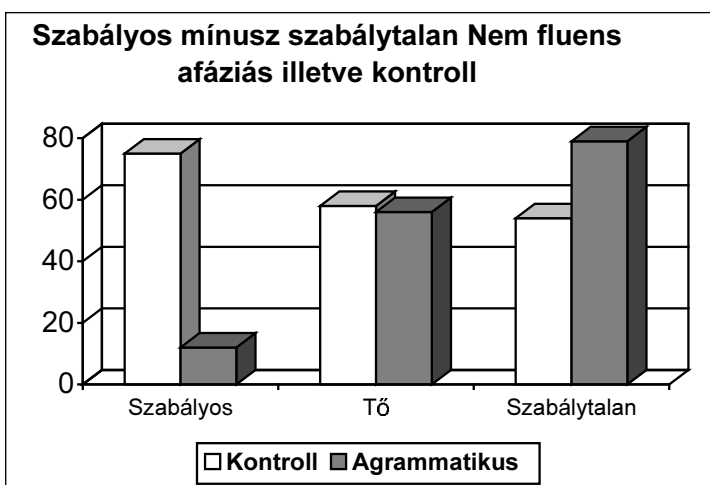
Az eredeti igen átfogó szabály/elem kettőség-modellek mind nyelvészeti, mind idegtudományi finomabb elemzése is megjelent. Marslen-Wilson és Tyler (1997) agrammatikus pácienseknél igen határozott adatokat mutattak arra, hogy a szabályos ala-

koknál náluk nincs előfeszítési hatás, vagyis a *learned* szó olvasása nem szükségszerűen segíti a *learn* szó kiolvasását. Míg szabálytalan alakoknál, például *went*→*go* sokkal jellegzetesebb ez az előfeszítés. Ezt a tényt az magyarázná, hogy az asszociatív lexikai folyamatok megmaradtak, de a kifejezetten nyelvtani folyamatok nem (5. ábra).



5. ábra: Marslen-Wilson és Tyler (1997) szabályos (*learned-learn*) és szabálytalan (*went-go*) és szemantikai (*go-come*) előfeszítés agrammatikus (*elülő sérült*) és egyéb betegeknél

Marslen-Wilson és Tyler (2007) azután egy olyan elképzelést állítanak előtérbe, amely szerint a szabályos/szabálytalan eltérés az agrammatikus nem fluens betegeknél határozott aktivációs eltéréseket is eredményez. A kérgi folyamatokban, mint a 6.



6. ábra: Marslen-Wilson és Tyler (2007) adatai szerint agrammatikus afáziásoknál nincsen előfeszítési hatás szabályos formáknál

ábra mutatja, az agrammatikus pácienseknél a szabályos alakoknál, akárcsak a korábbi kísérletekben, nincs meg az előfeszítési hatás, és ugyanakkor az agrammatikus betegeknek nem aktiválódik az elülső Broca-terület.

Marslen-Wilson és Tyler (2007) a „két utas” modelleket a látáselméletben oly központi szerepet játszó dorzális és ventrális út szembeállításával hozzák analógiába. A dorzális és ventrális modellnek a látásban (Goodale és Milner 1995; Kovács 2002) az a lényegük, hogy a dorzális út a magasabb látási folyamatokban a cselekvéses vezérlés és a viszonylag alacsony téri felbontással jellemzett gyors, akció-centrikus vizuális vezérlésnek felel meg; a ventrális út viszont, amely az alsó halántéklebenybe vezet, az észlelésért, a tudatosításért és a finom nagyfelbontáson alapuló perceptuális rendszerért felel. A hallórendszerben is feltárható hasonló kettősség a majmoknál. Marslen-Wilsonék szerint ez feleltethető meg az emberi beszédközpontok kettősségének, és ebben a tekintetben vannak nagy eltérések átlagos, tipikus embereknél a szabályos ingerekre adott fMRI értékekben. A két vizuális út nyelvi analógiáját a 6. táblázat szerint következőképpen fogalmazzák meg.

6. táblázat: A dorzális és ventrális út nyelvi analógiája

A dekompozíciós morfemikus folyamatok, melyek a nyelvtani elemekre összpontosítanak, a <i>dorzális</i> rendszerhez kapcsolódnak, a fascilus arcuatuson keresztül összekötve a bal temporális és alsó frontális területeket.	A <i>ventrális</i> út, mely a látás klasszikus MI útjához hasonlít, inkább a szemantikai értelemzéshez kapcsolódik s a beszédflowam érthetőségéhez kötődik.
---	---

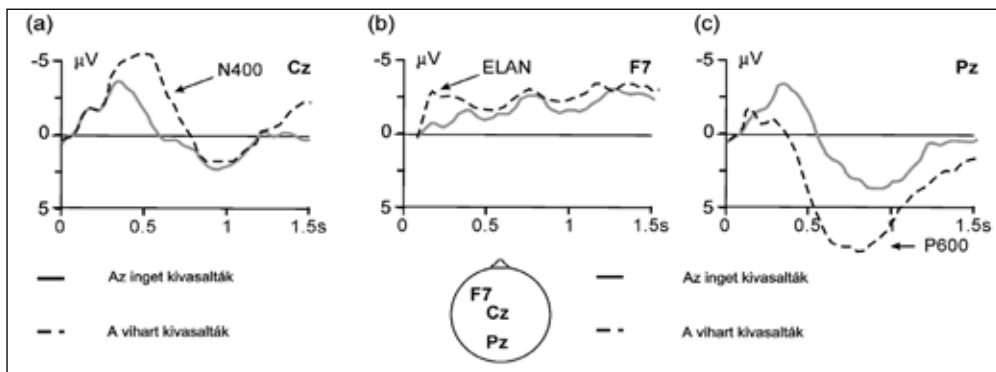
A „két utas” elképzelést azután számos felfogás értelmezi. Jeannerod (1994) *szemantikai* és *pragmatikai tudások*, kategóriákba sorolás és cselekvés kettősségéről mint két elválasztott, de mégis együttműködő neurológiai szerveződésről beszél ennek kapcsán.

Ullmann (2001) ezeket összekapcsolja a készség-központú és a hagyományos értelemben vett tudás-központú szerveződés kéreg alatti központjaival is. E felfogás szerint, túlmenve a Pinker–Clahsen modellen, a kettősség nem csupán a (hátsó) homloklebeny és a (felső) halántéklebeny szembeállítása lenne, hanem a cselekvésekért felelős bazális ganglionok és a motoros kéreg szembenállása is az agykérgi részek és a hipokampusz eseménytárolási rendszerével.

Tranziens idegrendszeri folyamatok és a nyelv agyi reprezentációja

Az utóbbi 20 évben, részben a kettős modellek hatására, az is világossá vált, hogy az agyi képalkotás mellett az idegrendszeri válaszok idői és téri megoszlása is sajátos adalékokkal szolgál a nyelv agyi reprezentációjának megértéséhez. Három jellegzetes elektro-fiziológiai választ szoktak kimutatni, miként a 7. ábrán látható.

Az ELAN, vagyis az Early Left Anterior Negativity (Friederici 2002) a korai baloldali elülső negativitás 100–150 milliszekundum után megjelenik, a mondattani szabályok jellegzetes megsértéseire. Például *A fiúnak eszik fagyaltot*. A kicsit későbbi LAN, az N400 a baloldali elülső negativitás szintén szintaktikai sértésekre jelenik meg, de kevésbé kategorikus esetekben, inkább egyeztetési hibákra. Például *A fiúk*



7. ábra: Elektronikus kiváltott potenciálok és a nyelvi megértési folyamatok

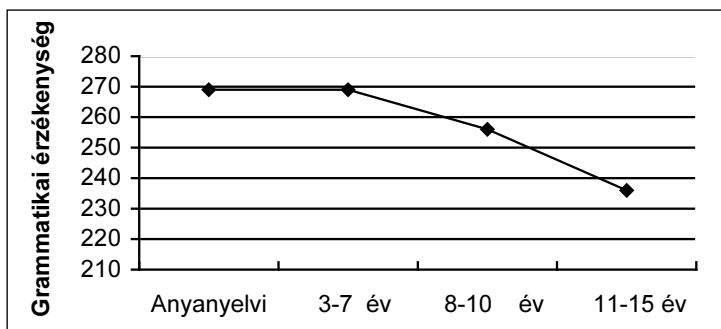
(ezen az ábrán még a klasszikus bemutatás szerint a negativitás felfelé van)

eszi a fagylaltot. A P600 (Hagoort, Brown és Groothusen 1993) viszont szintaktikai sértésekre és szemantikai sértésekre is megjelenik. Például *A fiú megette a zoknikat.* A különböző idegi komponensű agyi elektromos válaszok egyes értelmezések szerint alátámasztják a két összetevőjű megértési modelleket, vagyis azt a felfogást, hogy vannak viszonylag korai elemzési ciklusok és viszonylag későbbi egyeztetési ciklusok a teljes megértési folyamat során.

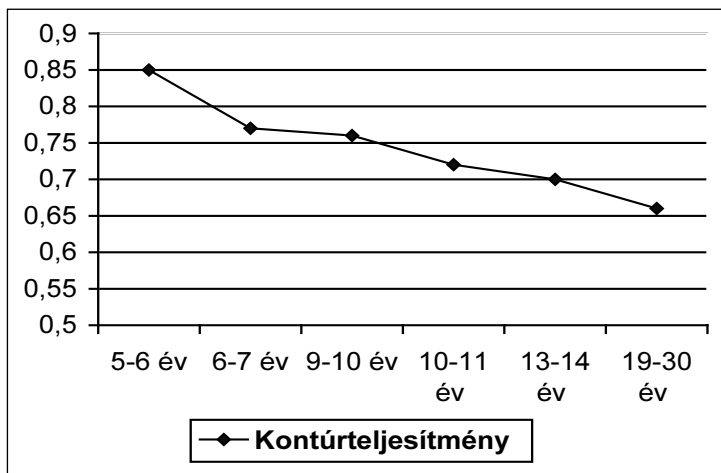
Életkori hatások és a kritikus periódus fogalma

Az 1960-as évek, Eric Lenneberg (1967, 1974) nevezetes, a nyelvbológia alapjait foglalkozó monográfiájának megjelenése óta, vagyis lassan fél évszázada visszatérő kérdés, hogy az idegrendszeri specializáció életkori beállása hogyan is kapcsolható össze a kritikus periódusokkal. Kritikus periódusok igen jellegzetesen vannak a legkülönbözőbb teljesítményben. A 8. ábrán a nyelvi készség alakulása látható annak megfelelően, hogy ki hány éves korban vált bevándorlóvá.

A 9. ábra Kovács Ilona adataival azt mutatja, hogy egy nagyon egyszerűnek tűnő vizuális feladatban, a „kontroll integrációs” feladatban 11 éves életkorig jellegzetes fejlődés mutatható ki.



8. ábra: Newport (1990) adatai a nyelvi intuíciónak elsajátítási életkor-függéséről



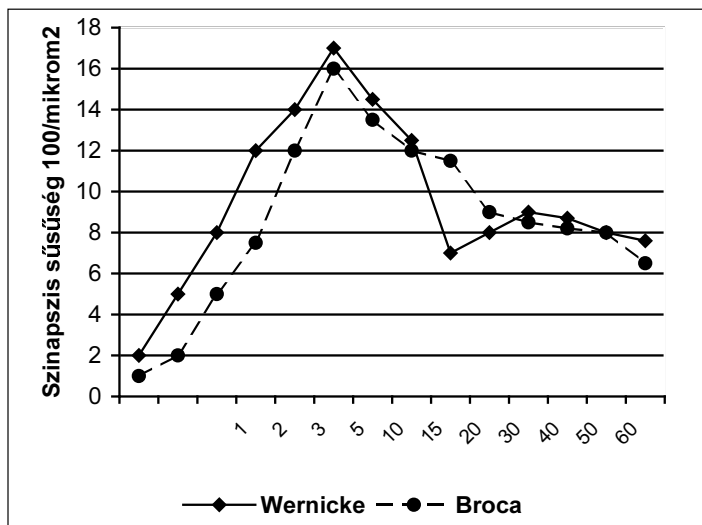
9. ábra: Az emberi kontúrérzékenység fejlődése

(Kovács Ilona (2003) adatai)

Számos nyelvi funkcióban mindenképpen van egy kései kritikus periódus, amely valamikor a prepubertásra tehető, s talán összefügg más funkciók kritikus periódusaival. Vannak azonban adatok az ennél korábbi nyelvi kritikus periódus megléte mellett is. Agysérült gyerekek nyelvi újratanulása például igazából 6–7 éves korig követi teljességgel az első nyelv elsajátítási mintáját. Kétségtelen, hogy serdülőkorig, 10–12 éves korig is sokkal jobban teljesítenek, mint a felnőtt agysérültek, de már nem olyan hibátlanul, és nem annyira utánozva az elsődleges elsajátítást. Neville és Bavelier (1998) azt is kimutatták, hogy a siket jelelés is korfüggő lokalizációjú. Ursula Bellugi (Hickok, Bellugi és Klima 1996) korábbi adatait alátámasztva kimutatták, hogy a bal félteke nyelvi többletei verbuválódnak mintegy a jelelésre. Vagyis jelelőknél ugyanolyan afáziát mutathatunk ki, mint akusztikus beszédet használóknál. Ha viszont elég korán alakul ki a jelnyelv a jelelő gyermeknél, akkor a megfelelő jobboldali homlokterületek is involválódnak a mágneses rezonancia vizsgálatok eredményei szerint.

Az utóbbi 10 év újdonsága ezen a területen nem a kritikus periódusok problémájának újra és újra való viselkedéses szempontú körbenjárása, hanem ennek összekapcsolása jellegzetes idegrendszeri fejlődési folyamatokkal. A 10. ábra mutatja Huttenlocher (2002) adatait a szinaptikus sűrűségről a két nyelvileg fontos területen, a Wernicke- és a Broca-területen. Látjuk, hogy a szinaptikus sűrűség maximuma 4 éves kor körül jellemző. Ez az a kor, amikor a legjellemzőbb a nyelvelsajátításban a szókincsrobbanás és a rohamos mondattani fejlődés.

Az utóbbi évtizedek kutatásai számos izgalmas kérdést vetnek fel abból a szempontból is, hogy *vannak-e beállítási hatások a különböző nyelvek és az idegrendszeri lokalizáció összefüggésében*. Saját vizsgálataim (Pléh 1982, 1989) egy nagyon egyszerű módszert alkalmaztak, a dichotikus meghallgatást. Az általános megfigyelés az, hogy felnőtt személyeknél a bal félteke nyelvi specializációjának megfelelően jellegzetes jobb fül fölény mutatható ki. Többet hallanak meg a személyek a versengve

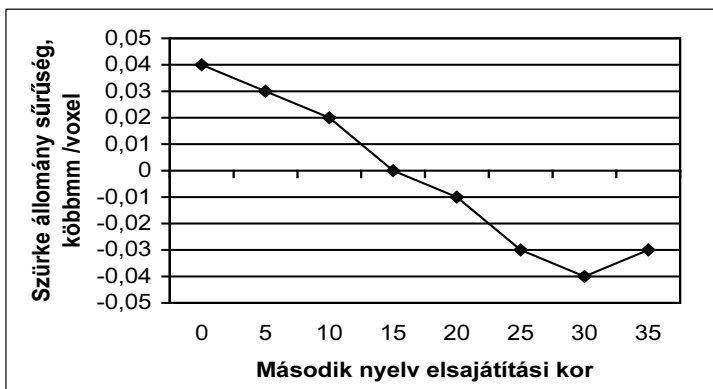


10. ábra: A sejsűrűség alakulása a nyelvi szempontból kitüntetett területeken
(Huttenlocher 2002)

beérkező szótagokból a jobb fülről, mint a bal fülről. A nyelvszajátítás során 6–8 éves korig jellegzetesen nő ez a funkcionális jobb fül fölény, ami a bal félteke nagyobb nyelvi felhasználását tükrözi. Az angolban ez jól összefügg az ott domináló szórend alapú mondatmegértési eljárások használatával (Bever 1971). A magyar elsajátítása során viszont pont fordítva van, a szórend helyett az alaktan előkerülése korrelál a bal félteke erőteljesebb használatával (Pléh 1989, 1990). Hasonló módon vannak jellegzetes eltérések abban, hogy hogyan használja fel a prozódia jellemzésére a bal és jobb féltekét egy-egy nyelv. Azokban a nyelvekben, például a tonális nyelvben, ahol a prozodiának sokkal jellegzetesebb disztinktív értéke van és nemcsak kifejező értéke, nagyobb bal-féltekei aktivitás lesz jellemző a prozódia feldolgozása során (Gandour és társai 2002). Számos kutatás arra is rámutat, hogy a funkcionális lokalizáció és a funkcionális kényelvűség között jellegzetes kapcsolatok vannak. Mechelli és munkatársai (2004) rámutattak arra, hogy egyrészt kényelvűeknél a szürkeállomány általában sokkal sűrűbb a parietális kéregben, mint egynyelvűeknél. Ez jellegzetesen összefügg két tényezővel. Az egyik tényező a proficiencia. Minél jobban tudja valaki a második nyelvét, annál jobban felhasználja ugyanazt az idegszövetet. A másik összefüggés a második nyelv elsajátításának életkorával mutatkozik. 5 éves korban sokkal nagyobb ez a hatás, mint 10 éves korban. 10 éves korban sokkal nagyobb, mint 15 éves korban és így tovább, mint azt a 11. ábra mutatja.

Evolúciós spekulációk a neurális verbuválásról

Ezek a viszonylagosságot bemutató eredmények azt sugallják, hogy a nyelv ontogénikus kibontakozása során hajlékony a beszajátítási kontextus és rendszerfüggő az a mód, ahogyan az idegrendszert mintegy verbuváljuk sajátos feladatokra. Ez feltehetően evolúciós szempontból is igaz. A nyelv már meglévő olyan rendszereket használ



11. ábra: A nyelvi területek szürkeállományának sűrűsége a kétnyelvűség kialakulási életkorának függvénye (Mechelli és társai 2004)

fel, amelyek a finom mozgások és a finom hangelemzés szerveződésére bontakoztak ki már az emberi nyelv megjelenése előtt. Dehaene és Cohen (2007) ennek egy jellegzetes analógiáját mutatják be az írásrendszerben. Általában azt gondoljuk, hogy egyrészt az alfabetikus, másrészt például a kínai és japán írásrendszerek idegrendszeri mechanizmusai között óriási eltérések vannak, ez azonban koránt sincs így. Ugyanazokat a területeket involválja mindhárom nyelvben az olvasás, azt a területet, amelyet Dehaene vizuális szóforma-területnek nevez. Az egyetlen különbség, hogy a képírás jellegű kínaiiban nagyobb a jobboldali aktivitás. Mindez Dehaene értelmezésében a következőket jelenti (Dehaene és Cohen 2007): „A neurális újra-ciklálás a következő feltevésekből indul ki.

1. Az emberi agyi szerveződést az evolúciótól örökölt erős anatómiai és kapcsolati korlátok jellemzik. A csecsemőkorban már igen korán megjelennek a rendezett neurális térképek és ezek a későbbi tanulást bizonyos irányba befolyásolják.

2. A kulturális elsajátításnak (pl. az olvasás elsajátításának) meg kell találnia a maga neurális fülkéjét, vagyis olyan idegrendszeri hálózatokat, amelyek elég közel állnak a kívánt működéshez és elég hajlékonyak ahhoz, hogy neurális erőforrásaik egy jó részét erre az új használatra irányítsák át.

3. Amikor az evolúciósan végbement működésekre szolgáló kérgi területeket új kulturális tárgyak szállják meg, ezek korábbi szerveződése nem teljesen törlődik ki. Vagyis a korábbi neurális korlátok jelentős hatást gyakorolnak a kulturális elsajátításra és a felnőttkori szerveződésre.” [A szerző fordítása.]

Merlin Donald a nyelv agyi reprezentációjának és keletkezésének kapcsolatáról

Dehaene az elképzelését egy kései kulturális rendszerre, az írás rendszerére fogalmazza meg, s analógiával terjeszti ki a nyelvre. Anderson (2007) egy kiterjedtebb elemzésben egyenesen azt hirdeti, hogy minél újabb egy kognitív funkció, annál több szétszórtabb területen képeződik le az agykéregben. A nyelv ebben az értelemben új

funkció például az észleléshez képest. Ezt a mozzanatot sokan spekulatíván kiterjesztik a természetes nyelv keletkezésére is. Amint Merlin Donald (2001b) megfogalmazza, maga a nyelv kialakulása is felfogható úgy, mint egy jellegzetes újra-verbuválása bizonyos funkcióknak. Donald egyenesen azt mondja, hogy bizonyos értelemben a nyelv mint az ember által kialakított külső kultúra, az idegrendszeri determinációtól való elmenekülés egy sajátos formája. *„Csak félig tréfálkozom, mikor azt mondom, hogy az emberi evolúció újragondolható mint a Nagy Hominid Menekülés az Idegrendszerből. Az emberszabású 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”* (Donald 2001b: 149). [A szerző fordítása.]

Donald a nyelv és idegrendszer kapcsolatot evolúciós spekulációban kiterjeszti egy nyelv és a kognitív változások kapcsolatának feltételezésére is (lásd erről Pléh 2008). A nyelv kialakulásához Donald szerint a 7. táblázatban látható különböző átalakulásokra van szükség.

7. táblázat: Kognitív változások és a nyelv keletkezése

(Merlin Donald (2001b) felfogásában)

Kognitív működés	Szerepe a nyelvben
munkamemória	szótanulás, mondatfeldolgozás
többfelé figyelés	szótanulás, kontextuális értelmezés
agyi plaszticitás	tanulás egész élet során
hosszú távú emlékezet növekedése	szavak tárolása
szemantikai agyi részek kibővülése	gazdagabb kontextuális jelentés

Donald felfogásában a külső kiindulópont a döntő a nyelv és az idegrendszer viszonyának megértésében. *„A nyelv evolúciós eredete a tudáshálózatok, érzés-hálózatok és emlékezeti hálózatok korai megjelenéséhez kötődik, melyek mindegyike a kultúra kognitív lényegéhez tartozik. A nyelv kétségkívül darwini szelekcióval jött létre, közvetve fejlődött ki azonban, olyan körülmények között, melyek azokat a hominidákat preferálták, akik közös kognitív hálózataikat egyre pontosabbá tudták tenni. ... A nyelv megjelenése eredetileg nem lehetett önmagában cél... Az első prioritás nem a beszéd volt, a szavak használata vagy a nyelvtan kifejlesztése. A csoportként való összekapcsolódás, a kölcsönös odafigyelés, s azoknak a társas mintáknak a kialakítása volt a cél, amelyek a fajnál támogatják ezt a kölcsönösséget és kötődést”* (uo. 253). [A szerző fordítása.]

Míndez tehát azt sugallja, hogy a nyelv idegrendszeri képviselőjének értelmezésével kapcsolatban mára két újdonság van. Az egyik, hogy a hagyományos kettősségeket összekapcsoljuk a készség-tudás kettősséggel, s ezáltal egy komplexebb idegrendszeri reprezentációt képzelünk el, ami nem pusztán agykérgi. Másrészt a Dehaene és mások által javasolt „verbuválási modellt”, amelyet ők kifejezetten másodlagos kulturális rendszerekre, például az írásra javasoltak, megpróbáljuk kiterjeszteni egyszerűbb rendszerekre, például a nyelvre is. Ezek szerint nem az idegrendszer fejlődése hozta volna létre a nyelvet, hanem az idegrendszer fejlődése hozta volna létre azokat

a lehetőségeket, amelyek révén ki tudtuk egymás közötti koordinációra alakítani a nyelvet, amely azután minden egyednél sajátosan, annak nyelvére specifikusnak tűnően állítja be az idegrendszeri hálózatokat.

Kiélezzetett fogalmazva: a mai kérdés nem a nyelv lokalizációja, hanem az, hogy hogyan használja fel a nyelv az agyat.

IRODALOM

- Anderson, M. L. (2007): Evolution of cognitive function via redeployment of brain areas. *The Neuroscientist* 13, pp. 1–9.
- Bánréti Zoltán (1999, szerk.): *Nyelvi struktúrák és az agy: neurolingvisztikai tanulmányok*. Budapest: Corvina, 467 p.
- Bever, T. (1971): The nature of cerebral dominance in speech behaviour of the child and adult. In: Huxley, R. – E. Ingram (szerk.): *Language acquisition: Models and methods*. Oxford, England: Academic Press, pp. 231–255.
- Brauer, J. – A. D. Friederici (2007): Functional neural networks of semantic and syntactic processes in the developing brain. *J. Cogn. Neurosci.* 19, pp. 1609–1623.
- Chomsky, N. (1995): *The minimalist program*. Cambridge: MIT Press, 420 p.
- Clahsen, H. (1999): Lexical entries and rules of language: A multidisciplinary study of German inflection. *Behavior and Brain Sciences* 22, pp. 991–1060.
- Dehaene, S. – L. Cohen (2007): Cultural recycling of cortical maps. *Neuron* 56, pp. 384–398.
- Donald, M. (1997): The mind considered from a historical perspective. In: Johnson, D. M. – C. E. Erneling (szerk.): *The future of the cognitive revolution*. New York: Oxford University Press, pp. 355–365.
- (2001a): *Az emberi gondolkodás eredete*. Budapest: Osiris, 354 p.
- (2001b): *A mind so rare*. New York: Norton.
- Freud, S. (1891): *Zur Auffassung der Aphasien*. Leipzig: Deuticke.
- Friederici, A.D. (2002): Towards a neural basis of auditory sentence processing. *Trends in Cognitive Sciences* 6, pp. 78–84.
- Gandour, J. – D. Wong – L. Hsieh – B. Weinzapfel – D. Van Lancker – G. D. Hutchins (2002): Crosslinguistic PET study of tone perception. *J. Cogn. Neurosci.* 12, pp. 207–222.
- Goldstein, J. (1927): *Über Aphasie*. Zürich: Springer.
- Goodale, M. A. – B. Milner (1995): *The visual brain in action*. Oxford: Oxford University Press.
- Gopnik, M. – M. B. Crago (1991): Familial aggregation of a developmental language disorder. *Cognition* 39, pp. 1–50.
- Hagoort, P. – C. M. Brown – J. Groothusen (1993): The Syntactic Positive Shift (SPS) as an ERP measure of syntactic processing. *Language and Cognitive Processes* 8, pp. 439–483.
- Hickok, G. – U. Bellugi – E. S. Klima (1996): The neurobiology of signlanguage and its implications for the neural basis of language. *Nature* 381, pp. 699–702.
- Huttenlocher, P. R. (2002): *Neural plasticity*. Cambridge, MA.: Harvard University Press.
- Jakobson, R. (1956): Two aspects of language and two types of aphasic disturbances. In: Jakobson, R. – M. Halle (szerk.): *Fundamentals of language*. The Hague: Mouton.
- (1969): *Hang – jel – vers*. Budapest: Gondolat, 462 p.
- Jeannerod, M. (1994): The representing brain: neural correlates of motor intention and imagery. *Behavior and Brain Science* 17, pp. 187–246.
- Karmiloff-Smith, A. (1998): Development itself is a key to understanding developmental disorders. *Trends in Cognitive Sciences* 2, pp. 389–398.
- Kim, K. H. S. – N. R. Relkin – K-M. Lee – J. Hirsch (1997): Distinct cortical areas associated with native and second languages. *Nature* 388, pp. 171–174.

- Kovács Ilona (2002): Funkcionális és fejlődésbeli disszociációk a látókéregben. In: Vizi E. Szilveszter – Altrichter Ferenc – Nyíri Kristóf – Pléh Csaba (szerk.): *Agy és tudat*. Budapest: BIP Kiadó, pp. 221–230.
- (2003): A látás fejlődése. In: Pléh Csaba – Gulyás Balázs – Kovács Gyula (szerk.): *Kognitív Idegtudomány*. Budapest: Osiris, pp. 273–284.
- Lenneberg, E. (1967): *Biological foundations of language*. New York: Wiley.
- (1974): A nyelv biológiai szempontból. In: Pap Mária (szerk.): *A nyelv keletkezése*. Budapest: Kosuth, pp. 310–330.
- Liegeois, F. – A. Connelly – J. H. Cross – S. G. Boyd – D. G. Gadian – F. Vargha-Khadem – T. Baldeweg (2004): Language reorganization in children with early-onset lesions of the left hemisphere: an fMRI study. 10.1093/brain/awh159. *Brain* 127(6), pp. 1229–1236.
- Lukács Ágnes (2005): *Language abilities in Williams syndrome*. Budapest: Akadémiai K., 151 p.
- MacWhinney, B. – J. Osman-Sági – D. Slobin (1991): Sentence comprehension in aphasia in two clear case-marking languages. *Brain and Language* 41, pp. 234–249.
- Marslen-Wilson, W. D. – L. K. Tyler (1997): Dissociating types of mental computation. *Nature* 387, pp. 592–594.
- (2007): Morphology, language and the brain: the decompositional substrate for language comprehension. *Phil. Trans. R. Soc. B* 362, pp. 823–836.
- Mechelli, A. – J. T. Crinion – U. Noppeney – J. O’Doherty – J. Ashburner – R. S. Frakowiak – C. J. Price. (2004): Structural complexity in the bilingual brain. *Nature* 431, p. 757.
- Meyer, M. – K. Alter – A. Friederici (2003): Functional MR imaging exposes differential brain responses to syntax and prosody during auditory sentence comprehension. *Journal of Neurolinguistics* 16, pp. 277–300.
- Neville, H. J. – D. Bavelier (1998): Neural organization and plasticity of language. *Current Opinion in Neurobiology* 1998 8, pp. 254–258.
- Newport, E. (1990): Maturation constraints on language learning. *Cognitive Science* 14, pp. 11–28.
- Petersen, S. – P. T. Fox – M. I. Posner – M. Mintun (1989): Positron emission tomographic studies of the processing of single words. *Journal of Cognitive Neuroscience* 1, pp. 153–170.
- Pinker, S. (1991) Rules of language. *Science*, 253, 530–535.
- (1997): Words and rules in the human brain. *Nature* 387, pp. 547–548.
- (1999): *A nyelvi ösztön*. Budapest: Typotex, 496 p.
- Pléh, Csaba (1982): Sentence interpretation strategies and dichotic asymmetries in Hungarian children between 3 and 6 years. In: Sinz, R. – M. R. Rosenzweig (szerk.): *Psychophysiology 1980*. Jena: Fischer; Amsterdam: Elsevier, pp. 443–448.
- (1989) The development of sentence interpretation in Hungarian. In: MacWhinney, B. and Bates, E. (szerk.): *The crosslinguistic study of sentence processing*. Cambridge: Cambridge University Press, 158–184.
- (1990): Word order and morphological factors in the development of sentence interpretation in Hungarian. *Linguistics* 28, pp. 1449–1469.
- (2008): *A lélek és a lélektan örömei*. Budapest: Gondolat, 703 p.
- Pléh Csaba – Lukács Ágnes (2002): A szabályok és a kettős disszociációs elv a nyelv agyi reprezentációjában. In: Vizi E. Szilveszter – Altrichter Ferenc – Nyíri Kristóf – Pléh Csaba (szerk.): *Agy és tudat*. Budapest: BIP, pp. 153–168.
- Ullman, M. T. (2001): A neurocognitive perspective on language: the declarative/procedural model. *Nature* pp. 717–726.
- Ullmann, M. T. – S. Ciorkin – M. Copolla – G. Hickok – J. Growdon – W. Koroshetz – S. Pinker (1999): Neurológiai szétválás a nyelven belül: bizonyítékok arra, hogy a mentális szótár a deklaratív memória része, a nyelvtani szabályokat pedig a procedurális rendszer működteti. In: Bánréti Zoltán (1998, szerk.): *Nyelvi struktúrák és az agy*. Budapest: Corvina, pp. 443–467.