

CHOMSKY HATÁSA A NEUROLINGVISZTIKAI KUTATÁSOKRA: A MENTÁLISAN REÁLIS NYELVTAN KÉRDÉSE

Bánréti Zoltán

CSc, tudományos főmunkatárs,
MTA Nyelvtudományi Intézet
banreti@ntyud.hu

1. Noam Chomsky munkássága olyan problémákat és magyarázati lehetőségeket vetett fel a neurolingvisztika számára is, melyek nélküle talán nem merültek volna fel, vagy más formát öltöttek volna. A következőkben ezekből mutatok be néhányat.

A neurolingvisztikai kutatások azon területeit fogom érinteni, melyek az agyi sérülés miatti nyelvi zavarok, afáziák jelenségeire irányulnak. Ezeknek a kutatásoknak egyik legfontosabb problémája az, hogy a vizsgált személyek esetében az ép és a sérült nyelvi funkciók szétválásából vissza tudunk-e következtetni az egészséges rendszer architektúrájára, arra, hogy a nyelvten tudása miképpen van reprezentálva az agyban. A neurolingvisztikában a 19. század második felétől alkalmaznak modelleket magyarázó eszközökként, ilyenek voltak például a lokalizációs elméletek: az agy egyes anatómiai képleteihez konstansan kapcsolódó nyelvi funkciók gondolata (Paul Pierre Broca ilyennek feltételezte a róla elnevezett Broca-mezőt), illetve a különböző agykérgi területeknek a beszédértésben és -produkcióban feltételezhető hálózatának a modellje (ilyen keretben gondolkodott például Carl Wernicke). A sérült személyek által mutatott nyelvi jelenségekből Broca is és

Wernicke is következtetéseket vont le az ép rendszer működésére. Ugyanakkor a lokalizációs elméletek alapját az afáziabeli nyelvi tünetek olyan empirikus osztályozása adta, amely nem kapcsolódott semmilyen nyelvtanelmülethez. Ma már tudjuk, hogy a lokalizációs elméletek csak részlegesen korrektek, több szempontból tévesen leegyszerűsítők voltak. Például a Broca-terület valójában sokfunkciós, ezeket Yosef Grodzinsky és Andrea Santi (2008) eképpen foglalja össze (1. táblázat):

2. A Chomsky által javasolt generatív nyelvtanelmélet, elsősorban a „minimalista program”, a probléma és a magyarázat fogalmát újradefiniálta a neurolingvisztikai kutatások számára. A probléma lényege abban áll, hogy meggrajzolható-e a **mentálisan reális** nyelvten architektúrája, és ez milyen viszonyban áll a generatív nyelvészeti kutatások által javasolt nyelvtenmodellel. Amennyiben például az afázias esetekben tapasztalható nyelvi korlátozottságok lehetséges empirikus megoszlásai összhangban állnak azzal, amit egy adott nyelvten modellel kifejez a nyelv szerkezetéről, például a lehetséges nyelvi hibasztyók megoszlása összhangban áll a modell predikcióival, úgy ez fontos empirikus eviden-

funkciók:

Akció/percepció	Munkamemória	Szintaktikai komplexitás	Szintaktikai mozgató
A tevékenységek megfigyelése és kivitelezése	Verbális munkamemória (VM)	Komplex inputok feldolgozása	A mozgatók elemzése a feldolgozásban
Tükör neuronok.			
Ilyen a beszéd percepciójának és produkciójának társítása	fMRI-ben ezt a területet aktiválják a fokozott VM-terheléssel járó feladatok: szekvenciák nem szomszédos tagjainak összevetése növekvő számú közbülső tag esetén.	A komplex nyelvi objektumok feldolgozása jobban terheli ezt a régiót, mint az egyszerűké.	A Broca-afáziások korlátozottak a mozgató tartalmazó mondatok értésében, és sikeresek a mozgatót nem tartalmazóknál. Ép személyeknél a szintaktikai mozgatót aktiválja ezt a régiót, a mozgató nélküli nem
Általános	Általános	Nyelvre specifikus	Nyelvre specifikus

1. táblázat

ciát jelenthet a nyelv valamely nyelvészeti modellje számára.

A mentális realitás kérdése valamilyen formában szinte a kezdetektől jelen volt a generatív nyelvtanelméletben, de a minimalista program (Chomsky, 1995) időszakától az egyik centrális kérdéssé vált. A *Syntactic Structures* megjelenésének 40. évfordulója alkalmából a Kazányi Állami Egyetem által, 1997 nyarán szervezett internetes konferencián Chomsky ezt így foglalta össze: „Mentálisnak azokat a sajátosságokat tekinthetjük, melyek az agy organikus szerkezetének termékei. Ezek közé tartozik a nyelv is. [...] A nyelvi képesség be van ágyazva az agy/elme átfogó architektúrájába. Interakciókban áll más rendszerekkel, melyek 'olvashatósági feltételeket' rónak a nyelvre, és amelyeket a nyelvnek ki kell elégítenie ahhoz, hogy egyáltalán használható legyen. A szenzomotoros rendszereknek 'el kell tudniuk olvasni' az instrukciókat a beszédhangokkal kapcsolatos teendőkről. Az

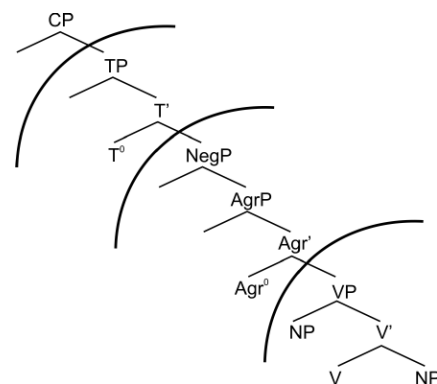
artikulációs és a perceptuális apparátusnak olyan felépítése van, melynek révén csak bizonyos tulajdonságokat képesek interpretálni, másokat nem. Ezek a rendszerek így módon rónak 'olvashatósági feltételeket' a nyelv generatív műveleteire, melyeknek a megfelelő 'fonetikai reprezentációt' tartalmazó kifejezéseket kell szolgáltatniuk. Ugyanez igaz a konceptuális és más olyan rendszerek esetében, amelyek a nyelvi képesség erőforrásait használják fel. Ezeknek a rendszereknek is olyan belső sajátosságai vannak, melyek megkívánják, hogy a nyelv által generált kifejezések csak a 'szemantikai reprezentáció' bizonyos fajtáit tartalmazzák és nem másokat.”¹

¹ Chomsky (1997): „We must regard the properties 'termed mental' as the result of such an organical structure as that of the brain. That includes the study of language. [...] The faculty of language is embedded within the broader architecture of the mind/brain. It interacts with other systems, which impose 'legibility conditions' that language must satisfy if it is to be

2.1. Az 1990-es évek közepétől válik jelentős kutatási módszerre az, hogy a minimalista program által javasolt szintaktikai fát magyarázati keretként alkalmazzák az agrammatikus afáziások nyelvi hibamintázatai értelmezésében. A szintaktikai fa metszésére vonatkozó hipotézis azt tartalmazta, hogy agrammatikus afáziában a szintaktikai fa mintegy törést vagy metszést szenved el, ennek következtében a törésvonal feletti szintaktikai szerkezet nem építhető meg, a törésvonal alatti tartomány viszont éppen maradhat. Minél feljebb törik meg a fa, annál enyhébb lesz a nyelvi korlátozottság, és fordítva, mennél lejjebb törik a fa, annál súlyosabb nyelvi tünetegyüttesről van szó (Friedmann – Grodzinsky, 1997) (I. ábra):

Azokban a nyelvekben, ahol az elmélet nyílt szintaktikai mozgásokat tételezett fel a morfológiailag jelölt jegyek ellenőrzésére (egyeztetés, idő, mód stb.), az agrammatikus afázia esetében a hipotézis a fa feltételezett metszését leképező hibamintázatot jósolt például az alany-ige egyeztető végződés, illetve az idői inflexiók tekintetében. Egyszer-
smind ezeknek a hibáknak összekapcsolódá-

usable at all. The sensorimotor systems have to be able to read the instructions having to do with sound. The articulatory and perceptual apparatus have specific design that enables them to interpret certain properties, not others. These systems thus impose legibility conditions on the generative processes of the faculty of language, which must provide expressions with the proper 'phonetic representation'. The same is true of conceptual and other systems that make use of the resources of the faculty of language. They have their properties, which require that the expressions generated by the language have certain kinds of 'semantic representations', not others."



I. ábra

sát feltételezte az agrammatikus szórendekkel. A feltételezés lényege az volt, hogy a minimalista program leíró formalizmusának komponensei közvetlenül összefüggésbe hozhatók a nyelvi korlátozottságokkal.

Megengedve egyes funkcionális projekciók hierarchiájának nyelvspecifikus eltéréseit (például az idői (TP) és az egyeztető projekció (AgrP) közti dominancia különböző nyelvekben eltérő lehet), az elméletet számos nyelv (például héber, arab, holland, német, japán) adatain is megvizsgálták. Lényegében azt találták, hogy egyes agrammatikus afáziás személyek valóban olyan hibamintázatot produkáltak, mint amilyeneket az elmélet lehetségesnek jósol, más vizsgálati személyek azonban nem produkáltak ilyeneket, sőt volt sok olyan esetleírás, ami kifejezetten ellentmondott a fametszés hipotézisének. Az egyik átfogó, nemzetközi vita a *Behavioral and Brain Sciences*, 23. kötetének I. számában jelent meg (Grodzinsky, 2000). A magyar nyelvi adatokon végzett kutatások² eleve megkérdőjelezték a hipotézis helyességét, mivel azt találták, hogy agrammatikus afáziában az idői

² A kutatás az OTKA támogatásával folyt: NK 72461 sz. projekt.

inflexiók és az egyeztető végzések, valamint a szórend korlátozódásai nem feltétlen követik a fa metszéséből adódó predikciókat, a hibákban nem feltétlen jár együtt agrammatikus igei inflexió az ige agrammatikus szórendi helyével, ugyanazon nyelvtani jegynek csak egyes értékei sérülnek, mások viszont nem, illetve alulspecifikált jegyek jelennek meg. Számos olyan teszteredményünk is van, amely szerint a magyar anyanyelvű, agrammatikus afáziások számára nehézségekkel jár a magyar mondat szerkezet fókuszpozíciójának feldolgozása, például a fókuszos mondatokban több egyeztetési hibát követnek el, mint a semleges intonációjú, fókusz nélküli mondatokban. A fametszés modelljében ilyen esetek nehezen magyarázhatók, ugyanis az egyeztető végzések nem lehetnének erősebben korlátozottak a fókuszos mondatokban, mint a neutrális szórendűekben, mivel a fókusz pozíciója magasabb szerkezeti tartományban van, mint az egyeztető végzések ellenőrző morfoszintaktikai műveletek. A fókuszpozíció kitöltése utólag már nem ronthatná el az egyeztető végzések egy fametszés modelljében.

A fókusz megkívánja továbbá a prozódiai információk (a fókusznyomaték) kellő időben történő felhasználását a szerkezeti viszonyok meghatározására a mondat szerkezetben. Ha ez elmarad, akkor olyan, részleges mondatfeldolgozások jönnek létre, melyek szerkezete és interpretációja egyaránt homályos, ami viszont többszöri újraelemzéseket, a feldolgozó rendszer újraindításait váltja ki a beszélőknél. A jelenséget olyan „becsali” mondatokkal szemléltethetjük, melyhez nem rendelünk semmilyen markáns prozódiai kontúrt:

*Szövegíró zenész zenekar
zeneszerző jelentkezését várja.*

Ha nem társítottak a nyomatékviszonyokra, intonációra és szünetre vonatkozó információkat a szó sorhoz, akkor egyszerre három különböző topik – fókusz megoszlása is lehetséges, vagy egyik sem zárható ki, és ezek különböző jelentésekkel járnak együtt a tekintetben, hogy *ki várja kinek a jelentkezését*. Eközben az afáziás személyek olyan nyelvi hibákat produkálnak, melyek már az újraelemző műveletekkel függenek össze, és a mondat szerkezetben a sérültnél feltételezett fókuszpozíció felett (nem pedig alatta) jelennek meg, például a mondat topikján, morfológiai hibák képében:

**Szövegíró~~t~~ zenész~~t~~ zenekar
zeneszerző jelentkezését várja.*

Yosef Grodzinsky hipotézisét tehát lényegében nem lehetett alkalmazni a magyar anyanyelvű afáziások mondatprodukciónak jellemzésére.

Ma már látható, a fametszés elmélete körüli problémák alapvető forrása az volt, hogy az elmélet közvetlen, belső kapcsolatot tételezett fel a minimalista program 1995-ös változatának leíró formalizmusával és az agrammatikus afáziás hibák megoszlásával között. Azt implikálta, hogy a szintaktikai leírás nyelvészeti eszköztára vagy annak egyes komponensei egyfajta neurológiai/mentális realitással bírnak. Az empirikus adatok ezt nem igazolták.

2.2. A 2000-es évek elején alkalmazni kezdett modern funkcionális képpalkotó eljárások, agytérképezések hatására is a generatív elmélet neurológiai realitását vizsgáló kutatások a nyelvten általános, illetve egyetemes elveire koncentráltak.³

³ A funkcionális mágneses rezonancia vizsgálatok egy-egy rövid idejű feladatnak az agyi területek aktiválására tett hatását mérik, a terület oxigénfelhasználása alapján. Ugyanis a vér hemoglobinja által hordozott

A funkcionális mágneses rezonancia vizsgálatok között, melyek a generatív szintaxis formális relációinak agyi térképezhetőségére irányultak, Andrea Santi és Yosef Grodzinsky (2007) a mondatbeli XP-mozgatások (szó szerkezet mozgatók) és a V-mozgatók (igei fej mozgatók) agyi korrelátumait, valamint a mondatbeli névmáskötési relációk agyi aktivitásbeli tükröződéseit kutatták. Tizenegy ép vizsgálati személlyel végeztek nyelvtani helyességet megítélhető teszteket. A vizsgálati személyeknek a hallott mondatok grammatikalitását kellett megítélniük, miközben fMRI-vizsgálatot végeztek rajtuk. A tesztanyag egy része olyan mondatokból állt, melyek nem tartalmaztak sem kötést, sem mozgatót, egy másik részük csak mozgatót, illetve csak kötésrelációkat tartalmazott, és volt olyan tesztanyag is, amely mozgatót is és kötést is tartalmazó mondatokból állt. A

oxigén koncentrációjának gyors csökkenése, majd növekvése megváltoztatja a hemoglobin vas összetevője mágneses tulajdonságait. Ez a változás adott mágneses mezőben nyomon követhető, és a rádióhullámok visszaverésének változásai alapján 1–3 másodperces késéssel egy-egy lokális agyi terület aktivitása, ennek idői alakulása meglehetősen pontosan kirajzolható. Mivel valamely agyi terület aktivitása oxigénfelhasználást kíván, így a hemoglobin molekulák leadják oxigéntartalmukat. Ez előbb lecsökkenti a vérben az oxigént hordozó hemoglobin koncentrációját. A deoxihemoglobin egy külső mágneses mező hatására mágnesesítható, a mágneses tér irányába fordul, és lokálisan árt nyelkölja a mágneses teret. A lokális mágneses térerőt mérve ekkor egy csökkenő jelet kapunk. Ugyanekkor azonban gyorsan megnő a lokális agyi terület vérellátása, ez elszállítja a deoxihemoglobint, és újból megnő az oxihemoglobin-koncentráció. A mágneses érzékenység megváltozik, ekkor már a lokális mágneses térerőt mérve növekvő jelerősséget kapunk. Vagyis egy rövid csökkenő fázis után egy növekvő jelerősség mutatja a vér hemodinamikáját, a vér oxigénszintjének változását. A vér hemodinamikájának alakulásából tehát következtetni lehet valamely agyi terület aktivitására.

tesztanyag összeállításakor azt is figyelembe vették, hogy a mondatok olyan függőségeket (linkeket), tartalmaznak, melyek hossza nagyjából azonos, ezért elvileg ugyanakkora terhelést jelentenek a rövididejű munkamemória számára, azonban a jellegük más: egyes függőségek a mozgatók eredményeképpen jönnek létre, más függőségek pedig a kötésviszonyok okán. Ha a nyelvi feldolgozásban nemcsak a függőségi viszonyok által lefedett távolságok számítanak, hanem maga a nyelvtani művelet típusa is, mely a függőséget előidézi, akkor a feldolgozó agyi területeknek érzékenyeknek kell lenniük a mögöttes műveletek különbségére.

A tesztanyag a következő sémát követi (Santi–Grodzinsky (2007) (2., 3. táblázat):

A tesztben a rosszul formált mondatok megítéltetése figyelemfenntartó funkciójú volt, az fMRI-vizsgálatban csakis a nyelvtanilag helyes mondatokra adott agyi válaszokat elemezték. Az agyi aktivitási hatások elemzésében figyelembe vették a mozgatót és kötést egyáltalán nem tartalmazó és a mindkettőt egyszerre tartalmazó mondatok hatásait is.

Az fMRI vizsgálatok eredménye (statisztikai elemzések, véletlenek, zajok kizárása után) az volt, hogy az egyes nyelvtani elvek eltérő agyi területeken váltottak ki aktivitást. Így az XP (=szó szerkezet) mozgatót tartalmazó ingermondatoknál a baloldali hátsó homloklebeny területén: (2. a. ábra), a baloldali hátsó precentrális sulcus nevű területen: (2. b. ábra), és a baloldali elülső halántéklebenyi területen mérték aktivitást (2. c. ábra). A mozgatók esetében tehát (2. ábra):

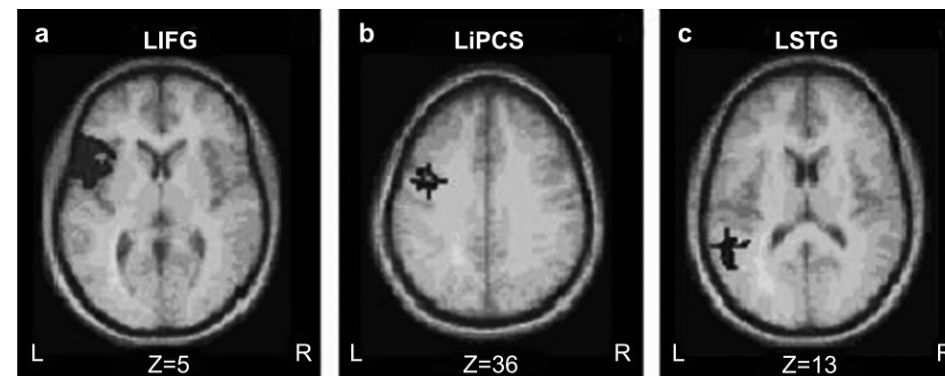
Holland anyanyelvű beszélőkkel végzett, hasonló felépítésű teszteknel az igemozgatót tartalmazó mondatokra a baloldali elülső és középső homloklebeny területen mérték korrelátumokat.

-MOV-BIND				
NP	Cognate-VERB	NP	Action-VERB	NP
-MOV+BIND				
NP	Cognate-VERB	NP	Action-VERB	Reflexive
+MOV-BIND				
WhP	Cognate-VERB	---	Action-VERB	NP
+MOV+BIND				
WhP	Cognate-VERB	---	Action-VERB	Reflexive

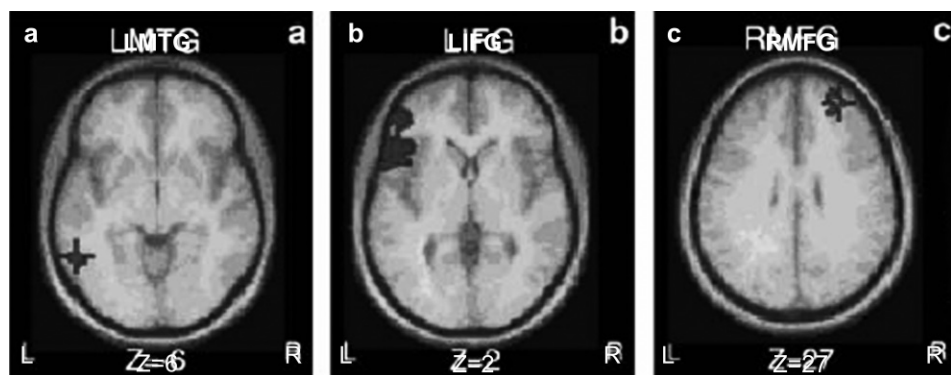
2. táblázat • A táblázat első sora mutatja a sem mozgatót, sem kötést nem tartalmazó ingermondatok sémáját, a második sor megnyújtott betűkkel és pontozott vonallal jelzi a visszaható névmásra vonatkozó kötésrelációt, a harmadik sor nyíllal és dőlt betűkkel mutatja a kérdő mozgatót, a negyedik sor pedig a kötést is és mozgatót is tartalmazó mondatok sémáját.

NoLink	a. -MOV-BIND	+GRAM	The girl supposes the cunning man hurt Christopher
		-GRAM	*The girl supposes the cunning man swam Christopher
	b. -MOV+BIND	+GRAM	The girl supposes <i>the cunning man</i> hurt <i>himself</i>
		-GRAM	*The girl supposes the cunning man hurt <i>herself</i>
Link	c. +MOV-BIND	+GRAM	<i>Which older man</i> does Julia suppose < hurt the child
		-GRAM	* <i>Which older man</i> does Julia suppose swam < the child
	d. +MOV+BIND	+GRAM	<i>Which older man</i> does Julia suppose < hurt <i>himself</i>
		-GRAM	* <i>Which older man</i> does <i>Julia</i> suppose < hurt <i>herself</i>

3. táblázat • Példák a tesztanyagból



2. ábra • (Santi – Grodzinsky, 2007)



3. ábra • (Santi – Grodzinsky, 2007)

A kötések tartalmazó mondatok megítélésakor a baloldali, középső halántéklebényi területen: (3. a ábra), a baloldali hátulsó homloklebény területén (de előrébb, mint a mozgásánál): (3. ábra), és jobboldalon, a jobboldali középső homloklebényi tekervény területen: (3. c. ábra) mértek aktivitást.

A kutatások természetesen nem lezártak, de vannak plauzibilis következtetések. Eszerint egy szintaktikai elvnek tekintett sajátosság (például XP-mozgás, V-mozgás, kötés) több kérgi terület egyidejű aktivitását váltja ki. Ezeknek az aktív agyterületeknek a konfigurációi az egyes szintaktikai elvekre jellemzőek, eltérnek más szintaktikai elveknél mutatott konfigurációktól. Az ilyen sajátosságok érveket szolgáltatnak arra, hogy az adott formális szintaktikai elv által kifejezett sajátosság az agyi működés számára releváns információ, és megkülönböztetett más nyelvi tulajdonságoktól. Ennyiben a nyelvtani elv által kifejezett tulajdonság mentális realitással bír. Fontos megjegyezni, hogy nemcsak a Broca-terület, hanem a halántéklebényi, a középső frontális területek is, és jobboldali területek is involválva voltak.

Santi és Grodzinsky (2007) hasonló tartalmú grammatikalitás-megítélési tesztek

végzett jobb féltekei sérültekkel, valamint Broca- és Wernicke-afáziásokkal. Ezeknek a teszteknek az eredménye kompatibilis az fMRI vizsgálatokéval annyiban, hogy a Broca afáziások teljesítménye romlott a mozgást tartalmazó mondatok megítélésakor, viszont nem volt ilyen hatás a kötésrelációk megítélésében. A jobb féltekei sérülteknek a kötésviszonyok megítélésében romlott a teljesítményük és nem a mozgások megítélésakor, a Wernicke-afáziások pedig jobb teljesítményt nyújtottak a kötés, és rosszabbat a mozgások megítélésében. Ezek pontos okainak kiderítése további kutatásokat kíván.

2.3. A mondatok nyelvtani helyességének megítélésakor az anyanyelvi beszélőket nemcsak az befolyásolhatja, hogy a megítélendő mondat követi-e vagy megsérti a nyelvtani szabályokat, hanem az is, hogy az illető mondat szerkezete mennyire komplex. Előfordul, hogy a beszélők azt a mondatot is „rossznak” ítélik, amely nem sért szabályokat, csak magas komplexitású. Kérdés, hogy a szabálysértés észlelésén alapuló negatív ítélet, illetve a „túlzott” komplexitás alapján történő negatív ítélet ugyanazon az agyi működésen alapul-e vagy sem. Egy úttörő jellegű vizsgálatban, amely Angela D. Friederici, Christian J. Fie-

bach, Matthias Schlesewsky, Ina D. Bornkessel és Yves von Cramon nevéhez kötődik (2006), esemény kiváltotta fMRI-vizsgálatokat végzett német mondatok helyességének megítélésénél. A tesztanyagban jól formált és egyszerű, jól formált és komplex, valamint rosszul formált mondatok voltak. Úgy voltak megválogatva, hogy a komplexitás növekedéshez, illetve a rosszul formáltsághoz vezető műveletek jelenségszinten hasonlóknak tűnhettek. Ez azon alapult, hogy a németben a mondatkezdő időhatározót és a befejezettséget jelölő segédigét követően az alany (S), az indirekt tárgy (IO) és a direkt tárgy (DO) szórendet „érik” a legegyszerűbbnek a beszélők. Egy példa a tesztanyagból:

Ha az „alapszórend”: ... S > IO > DO, ... akkor alacsony komplexitású szórend (4. táblázat, a.):

Komplexbbnek érik azt a szórendet, melyben az indirekt tárgy előremozog és megelőzi az alanyt: ... IO-S-DO-V (4. táblázat, b.):

Erősen komplexnek érik azt a szerkezetet, melyben mind az indirekt tárgy, mind pedig a direkt tárgy előremozognak, és mindketten megelőzik az alanyt: ... IO-DO-S-V (4. táblázat c.):

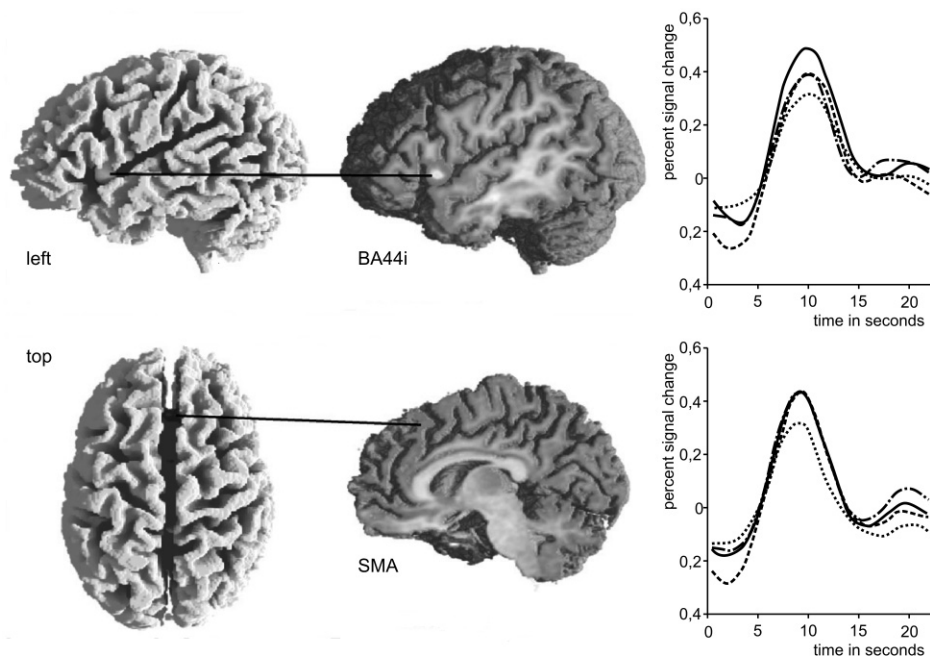
a.	Heute Adv ma	hat PerfAux (befejezett)	der Opa S > a nagypapa	dem Jungen > IO > a fiúnak	den Lutscher DIO a nyalókát	geschenkt. participium-V ajándékozta
b.	Heute Adv ma	hat PerfAux (befejezett)	dem Jungen IO > a fiúnak	der Opa > S > a nagypapa	den Lutscher DIO a nyalókát	geschenkt. participium-V ajándékozta
c.	Heute Adv ma	hat PerfAux (befejezett)	dem Jungen IO > a fiúnak	den Lutscher DIO > a nyalókát	der Opa S a nagypapa	geschenkt. participium-V ajándékozta
d.	Heute Adv ma	hat PerfAux (befejezett)	der Opa S > a nagypapa	*geschenkt participium-V ajándékozta	dem Jungen > IO > a fiúnak	den Lutscher. > DIO a nyalókát

4. táblázat

Nem grammatikus az a szórend, melyben a participium is „előremozog” az igevonatok közé, a szintaktikai szabályok alapján a participium nem mehet az argumentumok közé: ... S-V-IO-DO (4. táblázat d.):

Friederici és munkatársai ilyen típusú mondatok megítélését kapcsolták össze eseménykiváltotta fMRI-vizsgálatokkal. A következő eredményeket kapták: a Brodmann 44 területen, (mely a Broca-terület része), valamint a homloklebényi elülső (baloldali és középső) szupplementáris motoros terület aktivitásának mértéke összefüggött az ingermondat komplexitásának növekedésével. Az alacsony komplexitású mondatokra mért agyi aktivitás átlagát a pontozott, a közepes komplexitású mondatokra mért agyi aktivitás átlagát a szaggatott, a magas komplexitású mondatokra mért agyi aktivitás átlagát pedig a folyamatos vonal mutatja a 4. ábrán.

A számunkra fontos adat az, hogy a jelzett baloldali agyi területek aktivitása a komplexitás mértékével függött össze, és csak kevésbé a szabálysértéssel. Például a Brodmann 44 területen az erősen komplex (de nem szabálysértő) ingermondatokra adott aktivitás (piros vonal) jóval felülmúlta a szabálysértő mondatokra adott (szaggatott vonal). Az elülső



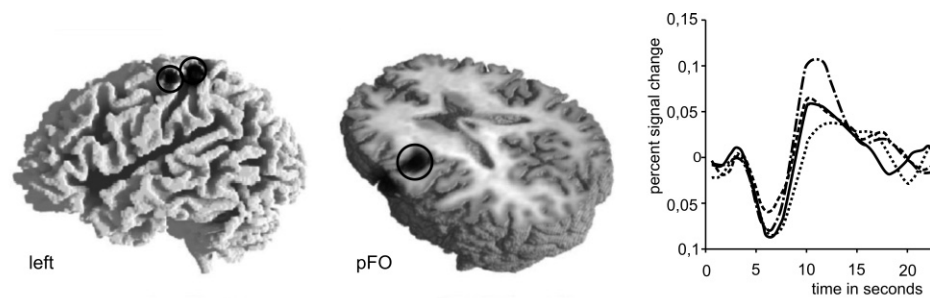
4. ábra • (BA 44i: Brodmann 44 hátulsó terület, (pre) SMA: elülső szupplementáris motoros terület. (Friederici et al., 2006)

szupplementáris motoros területen pedig nem látszik különbség a jól formált komplex, és a szabálysértő mondatokra adott válaszok között.

A fentiekől eltérően egy, a Broca-területnél hátrébb és mélyebben fekvő terület, a *posterior frontalis operculum* (=pFO) épp fordítva működött: erős aktivitást mutatott a szabálysértő ingermondatok esetén, de a komplexitás növekedésére nem. (5. ábra)

Az ábrán látható, hogy a posterior frontális operculum terület csakis a szabálysértő szórend mellett mutatott kiugró aktivitást (szaggatott-pontozott vonal), viszont a szórend komplexitásának növekedésénél ezt nem tapasztalták.

Friederici és munkatársai (2006) szerint mindez azt mutatja, hogy a komplexitás növekedésével járó „kevésbé jó”, „kérdéses” fokozatokat követő megítélések más mögöttes



5. ábra

neurológiai alapokon nyugszanak, mint a grammatikai szabályok sértésének észlelései, az utóbbiak azt jelentik, hogy nincs olyan nyelvi szabály, melyből az ingermondat levezethető lenne. A Brodmann 44 terület hemodinamikája a mondat komplexitásának növekedése által modulált, viszont a hátrébb és mélyebben levő frontális operculum hemodinamikáját a szórendi szabálykövetés/szabálysértés, a szórend nyelvtani elemzése modulálja.

3. Összefoglalás

Az angol, német, holland, héber beszélőkkel végzett fMRI-k fontos tanulsága, hogy a szintaxis alapelvei számára nincsen „egyetlen” releváns agyi terület. Nemcsak a Broca-terület, hanem a halántéklebenyi és a középső frontális területek is, és jobboldali területek is részt vesznek a szintaktikai információk feldolgozásában, kiértékelésében. Egy szintaktikai elv által kifejezett sajátosság (például XP-mozgató, V-mozgató, kötés) több kérgi terület egyidejű aktivitását váltja ki, ezek konfigurációi az egyes szintaktikai elvekre jellemzőek. Ez érvelt szolgáltat az egyetemes, általános szintaktikai elvek által kifejezett sajátosságok mentális/neurológiai realitása mellett.

A Broca-terület multifunkciós: számos olyan funkciót támogat, amelyek a nyelveknek is alapjai (1. táblázat). A nyelvi funkcióknak a kognitív rendszereken belüli autonómítására utal ugyanakkor az, hogy az agyi sérülések miatti agrammatikus afáziás személyek kognitív funkciói, kompenzációs stratégiái,

problémamegoldó technikái gyakran szinte teljesen épek.

A modern kísérletes vizsgálatok eredményei támogatják a felfogást, melyet Chomsky számos művében javasolt, hogy tudniillik a nyelv „elhelyezését” az emberi agyban a nyelv szintaxisának tulajdonságai motiválják. Nagyon valószínű, hogy a nyelv nem „önkéntesen” van elhelyezve az agyban, hanem olyan más rendszerekkel együtt, melyek szintaktikusan szervezettek, azoknak talán egy elkülönült értéke/típusa. A számok és számolás rekurzivitása az emberi nyelv szintaxisának is az egyik formális alapelve. A jelnyelvi szintaxis és a jelnyelvi afázia jelenségei pedig azt mutatják, hogy a nyelv nem egyszerűen a hangzó beszédet szervezi, hanem ennél általánosabb, mélyebb emberi vonás, absztraktabb rendszer. A Laura Petitto (2005) által végzett, a családban a jelnyelvet és a beszédet párhuzamosan elsajátító gyerekekre vonatkozó kutatások alapján, Chomsky (2007) ezt írja: „Az agyi képalkotó eljárások további támogatást nyújtanak ahhoz a hipotézishez, miszerint létezik az emberi agyban olyan szövet, amely az emberi nyelv szerkezetének a beszédétől és a hangtól független funkcióját szolgálja.”⁴

⁴„Imaging studies lend further support to the hypothesis that there exists tissue in the human brain dedicated to a *function* of human language *structure* independent of speech and sound”. (Chomsky, 2007, 13.)

Kulcsszavak: Chomsky, neurolingvisztika, szintaxis, nyelvten mentális/neurológiai realitása

IRODALOM

- Chomsky, Noam (1995): *The Minimalist Program* MIT Press, Cambridge, Mass.
 Chomsky, Noam (1997): *Language and Mind: Current Thoughts on Ancient Problems* The first publication: Universidade de Brasília, Pesquisa Lingüística. 3–4,

- Chomsky, Noam (2007): Approaching UG from Below. In: Sauerland, Uli - Gärtner, Hans-Martin (eds.): *Interfaces + Recursion = Language?* Mouton de Gruyter, 1–29.
 Friederici, Angela D. – Fiebach, C. J. – Schlesewsky, M. – Bornkessel, I. D. – von Cramon, D. Y. (2006):

- Processing Linguistic Complexity and Grammaticality in the Left Frontal Cortex. *Cerebral Cortex*. 16, 12, 1709–1717.
- Friedmann, Na'ama – Grodzinsky, Yosef (1997): Tense and Agreement in Agrammatic Production: Pruning the Syntactic Tree. *Brain & Language*. 56, 397–425. Magyar fordítás: Idő és egyeztetés az agrammatikus produkcióban: a szintaktikai fa metszése. In: Bánréti Zoltán (szerk.) (1999): *Nyelvi struktúrák és az agy. Neurolingvisztikai tanulmányok*. Corvina, Budapest, 358–392.
- Grodzinsky, Yosef (2000): The Neurology of Syntax: Language Use without Broca's Area. *Behavioral and Brain Sciences*. 23, 1, 1–71. Target Article, with 36 commentaries and author's response.
- Grodzinsky, Yosef – Santi, Andrea (2008): The Battle for Broca's Region. *Trends in Cognitive Sciences*. 12, 12, 474–480.
- Pettio, Laura-Ann (2005): How the Brain Begets Language, in: McGilvray J. (ed), *The Cambridge Companion to Chomsky*, pp. 84–101. CUP Cambridge.
- Santi, Andrea – Grodzinsky, Yosef (2007): Taxing Working Memory with Syntax: Bi-hemispheric Modulations. *Human Brain Mapping*. 28, 1089–1097.



CHOMSKY ÉS A PSZICHOLÓGIA

Pléh Csaba

az MTA rendes tagja,
BME Kognitív Tudományi Tanszék
pleh@cogsci.bme.hu

Végeláthatatlan irodalma van már annak, hogy miként befolyásolta Noam Chomsky a modern kognitív pszichológia megszületését a 20. század közepén. Csak 2000 és 2005 között több mint 240 hivatkozás van Chomsky-ra pszichológiai lapokban a *PsychLit* adatbázis szerint. Sok a történeti elemzés is arról, hogyan támaszkodott már első írásaiban, például a nevezetes Skinner-recenzióban (Skinner, 1957) (Chomsky, 1959) a kornak az aktív, önálló állatot (és persze embert) felfedező képéhez, a szekvenciális tervezés jelentőségét kiemelő Karl Lashley (1951) munkáihoz, milyen inspirációt jelentettek számára első közös dolgozatai az akkoriban formálódó kognitív pszichológia első nagy csillagával, George Armitage Millerrel. Erről a képről korábban részletesen írtam (Pléh, 1980). Hozzászólásomban nem erről a teljes történelmi képről szeretnék beszélni. Chomskyt csupán úgy szeretném megjeleníteni, mint aki a fél évszázad során mint a modern tudományosság valamiféle új paradigmájának körvonalazója, és nem csupán úgy, mint aki legfontosabb pszichológiai hatásában a modern pszicholingvisztika elindítója volt.

Három olyan mozzanat van, amelyeket tekintve Chomsky központi jelentőségű a modern viselkedés- és megismeréstudományok átalakulásában.

A szekvenciális gondolkodásmód középpontba állítása

Chomsky (1995a, eredetileg 1957), amikor a *Mondattani szerkezetekben* bemutatja a pusztán balról jobbra szekvencialitáson alapuló Markov-modellek elégtelenségét a természetes nyelvben, a kritika közben új módon állítja előtérbe a pszichológia egésze számára is a sorrendiséget és a sorrendi mintázatot. Chomsky és az őt ihlető Karl Lashley számára a nyelv annak lesz mintája és példája, hogy:

- az egyes viselkedési mozzanatok túl gyorsan igazodnak egymáshoz, így nem engedik meg a reflexlancos visszajelzésen alapuló szerveződést;
- a nyelvben és a viselkedésben kontextuális meghatározottság érvényesül.

A híres Lashley-példa a koartikulációs hatásokat emeli ki, azt, hogy az *ing* és az *int* szóban a középső *n* beszédhangot másképpen ejtjük. Chomsky rámutat arra, hogy itt a koartikuláció csak a legelemibb formája a sorrendi viselkedés kontextusfüggésének. Számára ez a kontextusfüggés azt jelenti, hogy minden bonyolultabb viselkedés mögött egy összetett, szimultán, egyszerre létező programot, mentális tervet kell feltételeznünk, ahogy azt a korban egyszerű mozgásszerveződések