



Csépe V: Paradigmaváltás az afáziás nyelvi zavarok kutatásában.

In: Kas B (szerk) Szavad ne feledd, MTA Nyelvtudományi Intézete, 139-150. (2016)

Paradigmaváltás az afáziás nyelvi zavarok kutatásában

Csépe Valéria

Az afázia, amely tipikusan a bal félteke sérülésével járó nyelvi zavar, régóta áll a kutatók érdeklődésének középpontjában, s bár a tipikus megközelítési utak céljukat és módszereiket tekintve is eltérnek, minden terület jellemzője, hogy az újabb eredmények előbb-utóbb az afáziáról alkotott szakmai felfogás jelentős átértékeléséhez, paradigmaváltáshoz vezetnek. Az afáziák vizsgálatába újonnan bekapcsolódó tudományos módszereknek és területeknek is köszönhetjük azt a paradigmaváltást, amely napjainkban egyre erősebben megjelenik. Mielőtt azonban ennek tényleges vagy vélhető okaival foglalkoznánk, tekintsük át röviden a lézió-afázia-reorganizáció kérdés néhány lényeges aspektusát.

Jól ismert, hogy a klinikai diagnosztika, terápia és rehabilitáció sok éve támaszkodik több tudományterület kutatási eredményeire, jóllehet ezek felhasználhatósága igen más, hiszen a tipikus megközelítésmód sok szempontból is eltér. Míg a nyelvészet, ezen belül a neurolingvisztika elsősorban uralkodó vagy éppen provokatívan új modelljei az elmélet felől közelítenek a nyelvi rendszer törvényszerűségeinek feltárására fókuszálva, s amelyeknek az afáziák a klinikai kontrollt jelentik, addig a pszicholingvisztika, neuropszichológia, klinikai és kognitív idegtudomány magának a nyelvi realitásnak a kérdéseit, azaz működését, szintjeit, kapcsolatrendszerét igyekszik mélységében megismerni.

A kitűzött céltől függetlenül kihívást jelent az afázia kutatásának valamennyi területén, hogy a nyelvi feldolgozás agykérgi és kéregalatti területeihez köthető sérülés helyétől függően a nyelvi zavarmintázatok igen eltérőek. Bár általában azt mondhatjuk, hogy hasonló agyi lézió hasonló nyelvi zavarral jár együtt, fordítva nem teljesen ez a helyzet, hiszen nagyon hasonló nyelvi zavarok háttérben állhat igen eltérő agyi sérülésmintázat is (Willmes és Poeck, 1993). Ez így van még a nyelvi rendszer komplexitása szempontjából egyszerű feldolgozási folyamatnak tekinthető beszédhang-észlelési eltérések esetében is (Csépe és mtsai, 2001). Bár a heterogenitás minden klinikai mintában várható, a variancia növekedésével csökken annak az esélye, hogy az egyes betegre helytálló következtetéseket vonhassunk le a csoportszintű eredmények alapján. Ebből értelemszerűen következik, mindenekelőtt a kutatási eredményekre nyitott klinikai gyakorlat szempontjából, hogy a csoportadatok az egyedi tünet együttes megértésében nem használhatók, sőt Caramazza és McCloskey (1988) megállapítása szerint mindez „haszontalan és káros”. Itt érdemes megjegyeznünk, hogy az említett kutatási területeken mindig komoly módszertani problémát jelentenek a szindrómák, hiszen a tünetek mind a nyelvészet, mind a pszichológia modelljeiben eltérő alrendszerekhez tartoznak. A Caramazza és McCloskey által felvetett probléma megoldása a viselkedésszintű vizsgálatokban az a neuropszichológiában elterjedten alkalmazott többszörös esettanulmány, amely lehetővé teszi, hogy az afázia egyes osztályain belül az atipikus nyelvizavar-mintázatok árnyalt értelmezést nyerhessenek.

Az afázia klasszifikációjának ma is az a nyelvi lokalizációs modell a legfőbb kiindulópontja, amelyet Wernicke és Lichtheim 1874 és 1886 között alakított ki. A Wernicke–Lichtheim Modell (WLM) a nyelv lokalizációjával kapcsolatban az akkor ismert valamennyi elképzelést ötvözte (lásd Tesak és Code, 2008 gazdag bibliográfiát is adó történeti áttekintését). Ezek között volt Dax felismerése a beszédzavarok és a bal félteke

sérüléseinek összefüggéséről, Meynert megállapítása a Sylvius-árok körüli terület és a nyelvi értés kapcsolatáról, a beszédmotoros funkciók és a frontális lebeny inferior területének léziója közötti, Broca által leírt összefüggés, valamint Kussmaul feltételezése egy „konceptuális”, azaz a nyelvi értésért felelős, ám meghatározott agyi területhez nem rendelt központról. A lézió típusa, s a vezető tünetek szerinti tipizálás - szenzoros, motoros, valamint vezetékes (a Broca- és Wernicke-területek közötti rostkapcsolatok sérülésének tulajdonított) – alapvetően meghatározta az afáziával kapcsolatos felfogást. Geschwind sok évtizeddel későbbi „kérgi diszkonnekció” (Geschwind, 1965) modellje szerint az afáziás nyelvi zavar oka lehet körülírt, azaz diszkrét kérgi terület, nyelvi területek közötti összeköttetés vagy mindkettő léziója. Az afázia klasszifikációja azonban inkább csak finomodott, mintsem jelentősen változott a WLM elterjedése óta eltelt csaknem másfél évszázadban.¹ Bár a tünetek csoportosítása alapján kialakult osztályozást sok kritika is érte, az afáziás szindrómát a jellemzők stabilitása s a viselkedéses mutatók megismételhetősége jellemezte. Az afázia mai osztályozási sémájában változatlanul megtalálható a Broca, Wernicke, vezetékes, transzkortikális motoros, transzkortikális szenzoros, anómikus afázia / amnesztikus afázia és globális afázia (Ardila, 2010). Új korszak kezdődött azonban a képalkotó eljárásokra támaszkodó neurológiai vizsgálatokból s a multidiszciplináris idegtudományi kutatásokból származó adatok mennyiség-növekedéséből, s a klasszikus felfogáshoz nem illeszthető ellentmondásokból. A továbbiakban ezek közül emelek ki néhányat.

Lézió-tünet megfelelés

A 20. és 21. század fordulója az afáziára vonatkozó ismereteinkben is új fordulatot hozott, s ez lassan átalakítja a nyelvi zavart magyarázni hivatott modelljeinket. Része ennek az a fejlődés, amely az agy működési és szerkezeti változásainak vizsgálati eszközeiben bekövetkezett; pontosabbak, jobb felbontásúak, s megbízhatóbbak, mint korábban.

Az új idegtudományi eredmények szerint például a vezetékes afázia a temporális és parietális terület találkozását körülvevő szürkeállomány sérüléséhez és nem a fehérállományhoz, azaz a legfőbb idegrostnyaláb (fasciculus arcuatus) sérüléséhez köthető. (lásd Hickok és mtai 2000). Ez azt jelenti, hogy ha van is diszkonnekció, agyi helye nem ott keresendő, mint eddig. Az afázia klasszikus modelljeit értelmezési keretként alkalmazók számára talán még meglepőbb lehet, hogy a kizárólag a Broca területre lokalizált sérülés nem vezet Broca-féle afáziához. Ugyanez igaz a Wernicke területre is, azaz csak az erre a területre korlátozódó sérülés nem vezet Wernicke-féle afáziához (Fridriksson és mtai, 2014). Nem véletlen tehát, hogy az idegtudományi adatok ellentmondásai nem segítik az afáziáknak a lézió helye alapján történő azonosítását, s így alkalmazását az afáziatípusok osztályozásában. Felmerül tehát a kérdés, hogy az afázia egyes altípusai egyformán komplexek-e, s milyen lézió-funkció összefüggés jellemzi őket. Természetesen az a kérdés is feltehető, hogy a lingvisztikai (pszicho-, neuro-), pszichológiai (neuro-, kognitív) kutatásoknak kell-e a lokalizációra támaszkodniuk. Feltételezhető, hogy igen. Tény, hogy az afáziás nyelvi zavarok csoportosításával kialakított osztályoknak az agyi képletek sérüléséhez történő hozzárendelése a legstabilabb alapokon álló ismereteink körébe tartozott évtizedeken át. Bár az afáziatípusok meghatározására elterjedten használt neu-

¹ Lurija munkásságára itt most terjedelmi okokból sem térek ki, mivel a mai kutatásokban elég jól látható, hogy a traumával járó agyi eltérések az afáziák esetében komoly értelmezési problémákkal járnak.

ropszichológiai tesztek érvényességével kapcsolatban több aggály is megfogalmazódott a kilencvenes évek óta, a klinikai gyakorlat és a kutatás is változatlanul ezeket használja. A Western Afázia Teszt² (WAB, magyarországi bevezetője Osmanné Sági Judit) alapján történő osztályozás azonban nem teljesen problémamentes. Előfordul, hogy a WAB alapján megállapított típus és a klinikai kép nem egyezik, vagy a WAB pontszámok két afázia-típus határára esnek. A WAB kritériumai ennek ellenére elég konzisztensek, jóllehet nem minden típusra lehet megbízhatóan következtetni az agyi sérülésmintázat alapján. Éppen ezért lényeges, hogy a modern képpalkotó eljárásokkal kapott agyi eltérésmintázat értékelése mennyiben árnyalt és megbízható. Napjainkban a stroke idegtudományi kutatásában többváltozós megközelítést alkalmaznak a képpalkotó vizsgálatokban, továbblépve a korábbi lézió-tünet típusú megközelítésből (Pereira és mtsai, 2009). Az elemzés lényege, hogy valamennyi agyi terület hozzájárulását számításba veszik az adatok kiértékelésénél, s ebben a területek interakciója, valamint a specifikus területek funkcióeltérése egyformán meghatározó szempont. Ezt a megközelítést valójában valamennyi vaszkuláris incidenst (stroke) követő afáziás nyelvi zavar esetében érdemes alkalmazni a diagnosztikában és a kutatásban is, hiszen a stroke általában több agyi terület sérülésével³ jár. A követéses vizsgálatok, s mindenekelőtt az fMRI adatokból végzett többváltozós elemzések több, alapvetően új felismerést hoztak a különböző funkciók újjászerveződésével (reorganizáció) és felépülésével kapcsolatban. A stroke utáni funkciófelépülés előjelzésére használt többváltozós SVM (Support Vector Machine) módszert (Saur és mtsai, 2010) egyelőre főként a klinikai idegtudományi kutatásokban alkalmazzák, s a cél az, hogy kiegészítő diagnosztikai eszközzé váljon. A krónikus afázia típusának predikciójára az SVM-et Yourganov és munkatársai (2015) alkalmazták elsőként. Azt találták, hogy a kialakított osztályozási térképek alapján a vizsgált afázia-típusok (Broca- és Wernicke-típusú, globális és anómias) a legtöbb esetben jól megkülönböztethetőek, ha a lézió meghatározása a képpalkotó eljárásokban használt agyi atlasz területei alapján történik. Mindenekelőtt az alkalmazott módszer, azaz az afázia-típusok páronkénti összehasonlítása és több agyi atlasz használata megbízható eredményt adott. Jól megkülönböztethetőek voltak a fluens (Wernicke-, vezetési és anómikus) afáziák a nem fluensektől (Broca-, globális), amennyiben az agyi területek azonosításához egy új, a szerzők által két korábbiából (Cattani és Thiebaut de Schotten, 2008; Tzourio-Mazoyer és mtsai, 2002) kialakított, 150 agyi területet megkülönböztető atlaszt alkalmaztak.

Bár a Broca-típusú afázia kritikus léziós területei megfelelnek a szakirodalomban korábban leírtaknak (pars opercularis, globus pallidus s a kapcsolódó fehérállomány), a Broca-terület léziója, bármilyen meglepő is, nem jár Broca-típusú afáziával. Ugyanakkor a Heschl-tekervény és szupramarginális terület (gyrus supramarginalis) sérülése Broca-afáziához vezet. Mindez egybecseng Fridriksson és munkatársai (2014) eredményeivel, s azokkal a további megfigyelésekkel, amelyek szerint a Broca-afáziában megfigyelhető

² Természetesen hasonló problémával találkozhatunk más, a klinikai neuropszichológiában használt eljárások esetében is, így például a német nyelvterületen az afázia súlyosságát is felmérni hivatott AAT (Aachen Afázia Teszt), s a kiegészítésként az úgynevezett funkcionális kommunikáció mérésére használt (Amsterdam-Nijmegen Everyday Language Test) esetében.

³ Itt érdemes megjegyezni, hogy a pszicholingvisztikai és kognitív idegtudományi kutatások kerülnek a traumás agyi sérülés következtében kialakult afáziák kutatását. Ennek oka az, hogy a traumás sérülésnél úgyszólván követhetetlen a struktúra sok helyen megjelenő sérüléséből következő kompenzációk hatása a mérhető nyelvi teljesítményre. A neurolingvisztikai kutatások megközelítése más, hiszen a felszíni és mélyszerkezet lehetséges formái, összefüggései, eltérései állnak a kutatás középpontjában.

tünetek nem egyszer „kilógnak” a WAB osztályozási kereteiből. Az afázia legsúlyosabb (globális) és legenyhébb (anómiás) formájának a léziós mintázathoz történő hozzárendelhetősége igen eltérő, s nem egyszer kérdéses. Míg az anómiás afázia semmilyen agyi terület konkrét léziójához nem köthető, a globális afázia megjelenése azoknak a területeknek a kiterjedt sérülésével mutat együttjárást, amelyek a középső agyi artéria (arteria media cerebri) vérellátási területéhez tartoznak. Nem véletlen tehát, hogy a globális afázia a legsúlyosabb, különösen azért, mert itt a lézió a Broca- és a Wernicke-területet egyszerre érinti. Mindebből egyértelmű, hogy a nyelvi funkciókat kiszolgáló agyi hálózat rendkívül összetett, s az afáziák neuropszichológiai osztályozása nem feltétlenül elegendő a nyelvészeti vagy pszichológiai kiindulású kérdések megválaszolásakor.

Szintaktikai értés – viták a deficit-lézió kérdésben

Az úgynevezett deficit-lézió együtt járás bizonytalansága a szintaktikai feldolgozásban a szintaktikai megértést/tudást vizsgáló kutatásokban is megfigyelhető. A „szintaktikai értés (syntactic comprehension)” Caplan és munkatársai (2016) szerint az a folyamat, amelynek során a szintaktikai szerkezetet a nyelvi bemenettel egyeztetve (parsing) az értelmezéshez (propozicionális jelentés), s ezáltal a mondat megértéséhez használjuk. A szintaktikai megértés pszichológiai szempontból fontos és magas szintű kognitív funkciót jelöl, mivel a propozicionális jelentésben a konceptuális összetevőknek olyan viszonya fejeződik ki, amely önmagában a szavak jelentésében nincs jelen. Ilyen például a cselekvés iránya (pl. az ágens tematikus szerep), a mentális állapotok viszonya (szándék, kívánság, elvárás stb.). Általánosságban leginkább úgy fogalmazhatunk, hogy a propozicionális jelentés az a magas szintű kognitív nyelvi realitás, amely a világra vonatkozó ismeretek reprezentációjával szolgálja a gondolkodást és a kommunikációt. A propozicionális feldolgozással a szintaktikai szerkezetből kiindulva olyan mondatok is alkothatók, amelyek az összetevők valószínűtlen vagy akár lehetetlen viszonyát is képesek kifejezni. A szintaktikai struktúrának természetesen nagyobb kényszerítő ereje van azokban a nyelvekben, ahol az ágencia kifejezése nem egyértelmű. A *fiam veri a lányod* annak a kevés magyar mondatnak az egyike, amelyet az összetevők felszíni sorrendje alapján értelmezzünk, eltérően az angoltól, ahol mindig a sorrend fogja meghatározni, hogy a kutya harapta-e meg a postást vagy fordítva. Az előbbi gyakori, az utóbbi leginkább a lehetetlen kategóriába tartozik.

A szintaktikai értésre vonatkozó irodalom áttekintése során szembeötlő lehet, hogy mennyire nincs egyetértés az egyes irányzatok között abban, hogy miként alkotjuk meg a hallási bemenet alapján a szintaktikai szerkezetet. Általános konszenzus van ugyanakkor abban, hogy melyek a reprezentáció alapstruktúrái, s miként dolgozzuk fel ezeket. Egyetértés van abban is, hogy a szintaktikai reprezentáció hierarchikusan szervezett, komplex egységekből (p. főnévi, igei frázis stb.) áll, és az eltérő szerkezetek a propozicionális jelentés eltérő aspektusait (pl. tematikus szerep) határozzák meg (Culicover és Jackendoff, 2005). A mérvadó beszédértési modellek ezért abból indulnak ki, hogy a szintaktikai szerkezet és maga az értelmezés fokozatosan épül fel (Levy, 2008; Lewis és Wasis, 2005).

Klinikai szempontból fontos lehet annak ismerete, hogy mely agyi területek vesznek részt a szintaktikai feldolgozásban, feltéve, hogy a lézió helye alapján elég megbízhatóan jósolható a nyelvi következmény. Tény, hogy a lézióknak a szintaktikai feldolgo-

zásban (is) megjelenő következményei következtetni engednek arra, hogy melyek azok a területek, amelyek a nyelvi szerkezetek felépítésében és értelmezésében nélkülözhetetlenek. A szintaktikai értésre vonatkozó adatok igen ellentmondóak. A kutatási területen elterjedten használt mérési eljárás az önindította hallgatási feladat, amelyet önállóan vagy más tesztekkel (standardizált vagy saját kialakítású) együtt alkalmaznak a kutatók. A mért mutató a reakcióidő és a pontosság. Az alkalmazott mondat típusok köre széles, a feladatrendezés változatos, s a manipulált mondatösszetevők is sokfélék. A szintaktikai értés fő kritériumaira vonatkozó első közlemény (Caramazza és Zurif, 1978) szerint az afáziás nyelvi zavar jellemzője, hogy az egyszerű mondatokat meg tudják feleltetni a vonatkozó képeknek, az összetett szerkezetű, szemantikai szempontból kétértelmű mondatokat viszont nem. A szerkezetépítés és integrációja a jelentéssel és koncepcióval természetesen egy összehangoltan működő agyi hálózatban valósul meg. Számos olyan alrendszerrel sikerült a kutatóknak az elmúlt évtizedben azonosítani, amelyeknek a sérülésével járó mondatértési zavar a szerkezetépítés problémáira vezethető vissza. A lézió következménye, azaz a feladatban vizsgált művelet pontosságának romlása annál súlyosabb, minél kisebb és minél specializáltabb a balféltekei agykérgi terület, amely egy adott feladatban a szintaktikai értéshez szükséges. Módszertani problémát jelent azonban, hogy még ma is sok olyan tanulmány lát napvilágot, amely egyetlen feladatban vizsgálja a szintaktikai értést, megbízhatósági statisztikák pedig az 50-60 fős mintákon sem készülnek. A szakirodalmi adatok ellentmondásait a modern képalkotó eljárásokkal nyert eredmények nem csökkentették, sőt. Ezért elmondható, hogy a krónikus post-stroke afáziákban megjelenő szintaktikai értési deficitnek az agykérgi sérülésmintázat-hoz történő hozzárendelése meglehetősen korlátozott. Értelmezési akadályt jelent a betegek, a mondat típusok és a típusonként bemutatott mondatok alacsony száma. A szintaktikai értés zavarával korreláló agyi területek képalkotó vizsgálata vagy nem hozott eredményt (Warren és mtsai, 2009), vagy ellentmondó volt a kérgi területre és a lézió helyére vonatkozóan (Thothathiri és mtsai, 2012; Tyler és mtsai, 2011). Az ellentmondások feloldását nehezíti az is, hogy ugyanaz a mondat típus igen eltérő eredményeket hoz a különböző feladatokban. A szintaktikai értés zavarainak magyarázatában szerepel a lassú lexikai (Love és mtsai, 2008) és szintaktikai feldolgozás (Burkhardt és mtsai, 2003), a lexikai és szintaktikai információ sikertelen integrációja (Meyer és mtsai, 2012), valamint a megnövekedett érzékenység az elemzésen és értelmezésen kívüli forrásokból származó jelentésre (Caplan és mtsai, 2016). A szintaktikai szerkezetépítés és -elemzés a feldolgozási deficitekre vonatkozó irodalom alapján az elülső területek léziójához, az értelmezés és integráció pedig a poszterior területekéhez köthető. Valódi előrelépés akkor születet, ha a mondat típusok és feladatvariációk idegtudományi eszközökkel történő vizsgálata a természetes nyelvi helyzeteknek jobban megfelel majd. Mindenesetre a legújabb eredmények egy része igen meglepő. Caplan és mtsai (2016) eredményei szerint például két kérgi területen a lézió nagyságának növekedése az önütemezett hallgatási idő rövidülésével járt együtt (középső frontális tekervény, orbitofrontális kéreg). Ugyancsak meglepő és nehezen magyarázható, hogy miért találtak pontosabb mondat-kép egyeztetési teljesítményt a reflexív névmásokot tartalmazó mondatokban a szupramarginális tekervény nagyobb területének kiesésekor. Míg az önindította hallgatási feladatok idejének rövidülése a frontális kontrollfunkciók gyengülésével magyarázható, addig az egy mondat típus esetén tapasztalható javulásra a szupramarginális tekervény nagy hányadának kiesését követően, jelenleg nincs magyarázat. Szignifikáns feladat- és szerkezet-specifikus teljesít

ményromlás azonban legfőképpen a poszterior területek léziójához köthető (szupratemporális tekervény hátsó területei és az anguláris tekervény). Tény viszont, hogy az idegtudomány mai eszköztárának érzékenysége komoly kihívást jelent a módszertanilag optimális vizsgálatok kialakításában.

Viták az agyi válaszok nyelvi feldolgozási értelmezésében

Jól ismert tény, hogy a nyelvi feldolgozási hierarchia minél magasabb szintjét vizsgáljuk, annál inkább nélkülözhetetlen a modellekből és az adatokból együtt kiinduló dekompozíció. Mazoyer és munkatársainak (1993) úttörő munkáját követően számos képpalkotó (a 90-es években elterjedten a PET) vizsgálat foglalkozott a mondatmegértés során aktív agykérgi területek szerepével. Mazoyer és kollégái (1993) azt találták, hogy a gyrus temporalis középső területe csak akkor volt aktív, ha a kísérleti személyek anyanyelvükön elhangzó történeteket hallgattak. Ugyanez az aktivitás nem volt látható, ha nyelvtanilag helyes, ám értelmetlen szavakból alkotott értelmetlen mondatokat hallgattak a résztvevők. Ugyancsak nem járt aktivitásváltozással, ha álszavakból álló mondatokat, szó-listákat vagy ismeretlen nyelven elhangzó mondatokat hallgattak. Ezek az eredmények arra utalnak, hogy a bal temporális asszociációs terület (Wernicke-) a jelentéssel bíró mondatok feldolgozásában kitüntetett szerepet tölt be. A mai kutatási adatok szerint sincs ez másképpen.

A nyelvi értésért és produkcióért felelős agyi hálózat komplexitását s a deficit-lézió egyértelmű megfeleltetésének problémáját jelzi, hogy például a szemantika sérülése sem köthető kizárólagosan egy adott afáziafajtahoz, azaz a Wernicke-féle afáziához. Erre utal például, hogy mind a Broca-, mind a Wernicke-afáziásoknál deficit figyelhető meg. Szintén erre utal a szemantikai sértéssel kiváltható eseményhez kötött agyi potenciál (EKP) változása, az úgynevezett N400-hatás csökkenése is. A lényeg persze nem az, hogy a megértési zavar nem kizárólag a klasszikus, a posterior területek léziójánál kialakuló Wernicke-afáziára jellemző, hanem az, hogy a megértési zavar jellege és mértéke is eltér, s ezt jól jelzi a szavakkal kiváltott EKP összetevőnek a megértési zavar súlyosságával egyenes arányú csökkenése. Tény, hogy már a kilencvenes évek végén született modellek is azt hangsúlyozták, hogy a megértési zavar annak következménye, hogy az egymást követő szavak jelentését nem sikerül egy általános jelentésrepresentációba integrálni (Hagoort és mtsai, 1996). Az integráció representációalapú megközelítését azonban az elmúlt másfél évtizedben felülírta a nyelvi szintek kapcsolatszakadási modellje. Ennek értelmében az afázias megértési zavarok egyik lényeges eleme a szemantika és szintaxis szétválása. Kérdés azonban, hogy valóban szakadásról van-e szó, vagy inkább arról, hogy a szerkezet és a nyelvi bemenet illesztése sikertelen a beszédértés során. Egy évtizeddel ezelőtt Bánréti Zoltánnal és munkatársaival a mentális nyelvtan interdiszciplináris kutatására irányuló együttműködésünkben az akkor uralkodó modellekből kiindulva az argumentumszerkezet feldolgozási jellemzőit s azoknak az afázias nyelvi deficitben várt eltéréseit kívántuk vizsgálni. Az afázias betegeknél sikerült kimutatnunk, hogy míg az argumentumszerkezet mondatba ágyazott sértése esetében a Broca-afázias betegeknél a szerkezet és a mondat feldolgozása ép, addig az aktív hozzáférést igénylő folyamatok akadályozottak. Mindez a grammatikalitási ítélet idejének megnyúlásában fejeződött ki. A grammatikalitási ítéletek nyelvészeti eredményeiben megmutatkozó viszonylagos pontosság és az EKP-válaszok is arra utalnak, hogy ezeknél a betegeknél a megfelelő szer-

kezet megalkotásához és produkciójához szükséges folyamatok sérültek, nem pedig maguk a nyelvtani reprezentációk.

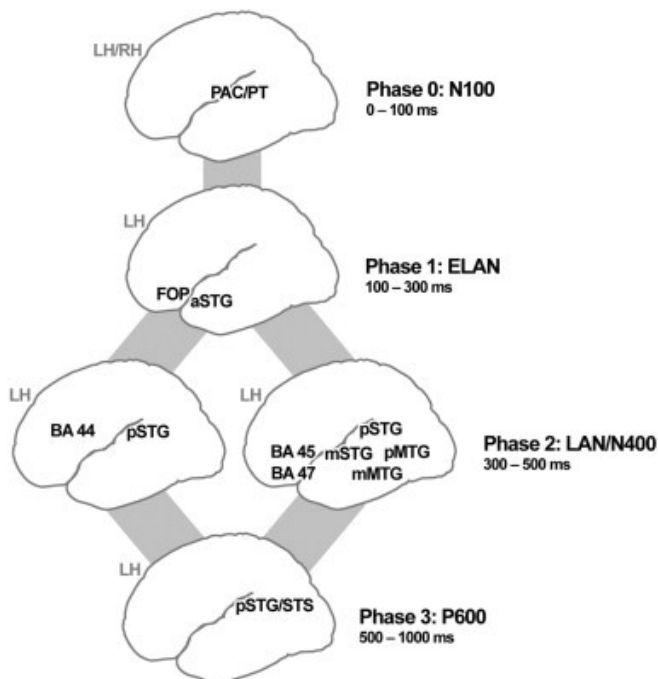
Mind a Broca, mind a Wernicke betegek EKP- és reakcióidőadatai azt mutatták, hogy a grammatikalitás megítélése gyorsabb a VOS mint az SOV mondatok esetében. Ezt úgy értelmeztük, hogy a mondat egészéhez való hozzáférés, mely a mondatvégi alany esetében az értelmezéshez feltétlenül szükséges, nem történik meg, második feldolgozásra (parsing) nem kerül sor. Ebben az esetben valószínű, hogy a mondat úgynevezett nyelvtani helyességének megítélése a második feldolgozás nélkül, az argumentumszerkezet alapján is lehetséges.

A legnagyobb meglepetést azonban az időhatározó-igeidő egyeztetési EKP kísérletek eredményei hozták. Az akusztikus paradigmában három időhatározót és igeidőt alkalmaztunk grammatikus és agrammatikus mondatokban. A szórend szerint két mondat-típus (SOV és VOS) szerepelt, amelyekben a mondatkezdő, illetve mondatvégi igepozíciót használtuk, értelemszerűen a megfelelő mondatvégi, illetve mondatkezdő időhatározóval. Az egyik legfontosabb eredményünk az volt, hogy csak az időhatározó-igeidő megfelelés befolyásolta az EKP-válaszokat, nem pedig magának a mondatnak a grammatikus/agrammatikus tulajdonsága. Feltételeztük ezért, hogy az időhatározó által közvetített úgynevezett szemantikai, s ezáltal mondatidő, továbbá az ige úgynevezett morfológiai ideje együtt biztosítja a megfelelő feldolgozást.

Megállapítottuk ugyanakkor azt is, hogy a számegegyeztetési feladatok során elvezetett agyi válaszok egyeztetés eredményének a mondat szerkezetére történő vonatkoztatásával járnak együtt, s az eltérések jól követik a feldolgozás két szakaszát. Eredményeink azonban azt mutatták, hogy míg az első elemzéshez köthető komponens (ELAN) nem jelenik meg, az egyeztetés korrelátumaként értelmezhető bal anterior negativitás (LAN) és a szintaxis helyességére vagy helytelenségére utaló P600 hullám igen. Ezenkívül a szerkezet-egyeztetést a VOS mondatokban nagy amplitúdójú N400 kísérte. A vizsgálatok nem várt, és a nemzetközi irodalmi adatok alapján nem is várható eredménye volt, hogy az egyeztetés nehézségét és így az EKP-változókat is jelentősen befolyásolja, hogy az egyébként szabad szórendű magyar mondat a főnévi alannal kezdődik vagy végződik-e. A szakirodalmi adatoknak ellentmondó EKP-adataink sok szakmai vitát váltottak ki, ám megjelentetnünk sok éves próbálkozás után sem sikerült. A ma megjelenő EKP-kutatások arra utalnak, hogy a mondatfeldolgozás szakirodalmában a nem agglutináló nyelvek hegemoniájának csökkenésével érdemes újragondolni az EKP-jelekből levonható következtetéseket.

A mondatfeldolgozás legbefolyásosabb neurokognitív modellje (Friederici, 1995, Friederici–Weissenborn, 2007) a meghatározó szakaszokhoz olyan, mintegy kötelezően megjelenő, karakterisztikus EKP-összetevőket rendel hozzá, amelyek alapján a feldolgozási eltérés és erőfeszítés jól azonosítható. Az úgynevezett „syntax first” (‘először a szerkezet’)–modell a mondat felépítését három szakaszra bontja. Az első szakaszban (100–300 ms) az iniciális frázisstruktúra felépítése történik, mégpedig kizárólag a szintaktikai szókatégória- információk alapján. Az első feldolgozást megalapozó szókatégoriák váltják ki a korai bal elülső negativitási hatást (ELAN-effektus), a modell megalkotói szerint a frázisszerkezet felépülésének egyedüli EKP-korrelátumát. A morfoszintaktikai feldolgozás és a lexikai-konceptuális-szemantikai integráció a második szakaszban történik (300–500 ms), s a szabályok sértése a morfoszintaktikai feldolgozást kísérő LAN és az integrációt kísérő N400 változásával kell, hogy együtt járjon. A modell sze-

rint a feldolgozás harmadik szakaszában (500-1000 ms) kerül sor valamennyi (iniciális frázisstruktúra felépítése, morfoszintaktikai egyeztetés, lexikai-konceptuális szemantikai integráció) feldolgozási szakasz eredményének integrációjára, s várható a jellegzetes EKP-korrelátum, a P600 megjelenése. A komponensekhez köthető feldolgozási folyamatokkal kapcsolatban kialakult vitákra itt most részleteiben nem térek ki, csupán két olyan meghatározó munkára, amely a Friederici-csoport munkáiban megjelent következtetéseket újraértelmezi. Az egyik az ún. szintetikus EKP-modell (Barrés és mtsai, 2013) (1. ábra), a másik a „syntax first”-modell kritikája alapján megfogalmazott javaslat (Steinhauer és mtsai, 2012). Mindkettő kiindulópontja Friederici 2002-es modellje. Barrés és munkatársai (2013) neuronális hálózatmodellje, az ún. „szintetikus EKP” az idegtudományi adatokból kiindulva a feldolgozás szakaszait úgy rendeli a részt vevő agyi területekhez, hogy azok hozzájárulását súlyozza. Az aktivitást a bioelektromos jelekből számítható dipólokhoz rendelik, s ezek idői lefutását modellezik. A modellbe bevont kérgi területek, kivéve az első feldolgozási fázis EKP-komponensét, a hallási N100-at generáló területet, bal féltekeiek. A szimulációban alkalmazott két nyelvi modulnak a 2. feldolgozási fázisban (Phase 2) van szerepe, a generált komponensek a LAN és az N400. A 3. fázis moduljába egy kiterjedt agykérgi terület együttes tartozik, ez generálja a P600-at. A szintetikus EKP-szimulációban, összekötve a neurolingvisztikai konceptuális és az adatvezérelt (forward) neuronális modellt, új lehetőség nyílik a komponensek háttérben álló neuronális hálózatok dinamikájának tesztelésére. Ez más modellektől elsősorban abban tér el, hogy elvileg a nyelvi feldolgozás szakaszaihoz kötött szimulációt tesz lehetővé. Ennek feltétele azonban az, hogy a szimuláció neuroanatómiailag realisztikus információkra (kérgi neuronok helye és iránya) támaszkodjon. Éppen ezért ma a neurális hálózatok kutatói számára a legnagyobb kihívást a kognitív idegtudományra alkalmazható algoritmusok megalkotása jelenti.



1. ábra. Barrés és munkatársai (2013) „szintetikus EKP”-modellje

(Rövidítések: LH (bal féltelke); RH (jobb féltelke); BA (Brodmann-féle területek, számozással) PAC (elsődleges hallókéreg); PT (temporális terület); FOP (frontális operkulum); aSTG, superior temporális tekervény anterior területe); pSTG/STS (szuperior temporális tekervény poszterior területe/ szuperior temporális árok); mSTG (szuperior temporális tekervény középső területe); pMTG (középső temporális tekervény poszterior területe); mMTG (középső temporális tekervény középső területe)

Ugyancsak a kritikus EKP-komponenseket veszi górcső alá Carsten Steinhauer és munkatársai (2012). Szemleciikkük valamennyi lényeges EKP-összetevővel foglalkozik, ám a kitéüntetett komponens az ELAN, az a komponens, amely a mi – fentebb említett – korábbi méréseinkben nem volt jelen. Steinhauer és munkatársai évekig tartó vita után (személyes közlés) jutottak el oda, hogy megjelentethessék az ELAN klasszikus szerepét megkérdőjelező munkájukat a *Brain and Language* folyóiratban (Steinhauer és mtsai, 2012). Következtetésük szerint a legvitathatóbb az a széles körben elfogadott nézet, hogy az ELAN a szerkezetépítés első szakaszának megbízható korrelátuma. Az ELAN igen korlátozott skalpmegjelenése mellett érdemes figyelembe venni azt is, hogy a szó-kategóriára épülő szintaktikai feldolgozás elsőbbséget élvez a szemantikai integrációval szemben. Éppen ezért a szerkezet sértése blokkolja az N400 és a LAN megjelenését. Itt kell megjegyeznünk, hogy a blokkolási hatás, eltérően az ELAN-tól, konzisztens a hallási és az olvasási feladatokban. Ezért nem az ELAN, hanem a blokkolási hatás az, amely a legerősebb érv a „syntax first”-felfogás mellett. Itt már azonban a nyelvészeti modellek mellett érdemes figyelembe vennünk a kognitív pszichológia feldolgozási modelljeit is.

Több mint valószínű, hogy míg a szemantikai integrációban a koncepció, azaz felülről vezérelt (top-down) feldolgozás érvényesül, a szókategóriák szintaktikára vetített elemzése adatvezérelt (bottom-up). Az adatvezérelt itt azt jelenti, hogy a szemantikai, és nem a szintaktikai feldolgozás irányít. A morfémák Friederici szerinti megközelítése (független vs. nem független szó státusz) helyett egyre elfogadottabbá válik Bornkessel–Schlesewsky és Schlesewsky (2008) javaslata a szerkezet idői integrációjára vonatkozóan. Ebben a keretben értelmezhetővé válik az is, hogy a fentebb említett kísérleteinkben az EKP-komponensek megjelenése nem felelt meg az akkor uralkodó modellnek. A kezdeti szemantikai feldolgozás ugyanis kontextusvezérelt top-down folyamat, ezért azonosan tartott első elemzésénél az EKP változása a kontextus eltéréseinek, és nem a szintaktikai szerkezet sértésének eredménye. Mindenképpen meg kell azonban jegyeznünk, hogy a bemutatott blokkolási hatást eddig kizárólag német nyelven sikerült kimutatni.

Az afázia kutatása szempontjából rendkívül fontos lehet az EKP ún. nyelvi komponenseiről folyó vita. Elsősorban azért, mert az afáziásoknál gyakori olvasási problémák miatt az elterjedten használt paradigmákat a hallási modalitásban alkalmazzuk. Az EKP-válaszokon ülő elhúzódo negatív kitérés (sustained negativity), amely megváltoztatja a komponensszerkezetet is, s egyes helyzetekben nem valódi válasz jelenlétét sugallja (ilyen leggyakrabban az ELAN), olyan helyzetben jelenik meg, amely a nem integrált/integrálható bemeneti információ megtartását követeli meg (Steinhauer, 2010). Ez úgy is értelmezhető, mint a munkaemlékezet megnövekedett terhelésének eredménye. Tény, hogy a negatív kitérés megjelenése lényegesen gyakoribb a hallási ingereket alkalmazó feladatokban, azaz azokban, amelyekben az információ megtartását a pszichológia a munkaemlékezet fonológiai pufféréhez mint átmeneti tárhoz rendeli. Az értelmezési vitákban természetesen arról sem szabad megfeledkeznünk, hogy a negatív kitérés nem megelőzi a P600-komponenst, hanem átfedi azt, így a hagyományos EKP-elemzési technikákkal a komponensszerkezet nem vagy nehezen tárható fel.

Miért fontos az EKP nyelvi komponensek szerepének, nyelvspecifikus eltéréseinek és a szinte kötelező elméleti keretként alkalmazott Friederici-modellnek (1995) az első megjelenése óta eltelt évtizedben született adatok fényében történő újraértékelése? Feltételezem, hogy a deficit-lézió megfeleltetés problémájával terhelt afáziakutatás szempontjából nem szorul magyarázatra a kérdés. Azt viszont, hogy magának a modellnek az újragondolása miért fontos, Steinhauer és munkatársai (2012) érvei támasztják alá a legjobban. A szerzők úgy vélik, hogy ha bármely komponens is kérdéses a mondatfeldolgozás Friederici-féle modelljében, maga a modell válik megkérdőjelezhetővé, s ezzel a nyelvi zavar elektrofiziológiai módszerekkel történő megbízható kutatása. Valószínű, hogy ma már nem elegendően informatív az a merev értelmezés, hogy az N400 a lexikális hozzáférés és jelentésfeldolgozás, a P600 az integráció, a negatív kitérés pedig a munkaemlékezet korrelátuma. Minden új adat arra utal, hogy a háromlépcsős modellen változtatni kell és érdemes, mégpedig úgy, hogy a kontextusvezérelt, felülről lefelé (top-down) ható folyamatok a korábban ismertnél sokkal nagyobb szerepet játszanak a feldolgozásban. A továbblépéshez az szükséges, hogy a pszicholingvisztikai irányultságú EKP-vizsgálatok egységes irányelveket kövessenek a kísérleti elrendezés, a paradigmák, az adatfeldolgozás és a bemutatás tekintetében is. Elengedhetetlenül szükséges az is, hogy egységes standardok érvényesüljenek a tipikus és az afázias nyelvi feldolgozás kutatásában.

Összefoglalva megállapítható, hogy az afáziakutatásban megfigyelhető paradigmaváltás magával hozta annak kényszerét, hogy a tudományterületek túllépjenek saját vizs-

gálódási területükön, s a nyelvi, kognitív és neurális megközelítés integrációját szem előtt tartva vizsgálódjunk tovább. Multidiszciplináris kutatások nélkül nem lépünk tovább sem a nyelvi rendszernek, sem pedig magának az afáziának a megértésében, s így a tudományosan megalapozott rehabilitáció területén sem tudunk továbbhaladni.

Köszönetnyilvánítás

Hálás vagyok Bánréti Zoltán barátomnak és kollégámnak, valamint azoknak a nyelvészeknek, akikkel dolgozhattam és dolgozom, hogy a nyelvi folyamatok agyi mechanizmusainak izgalmas kérdései felé fordították kutatói érdeklődésemet. Köszönöm az együttműködést és az együtt gondolkodást! Köszönöm Lukács Ágnes és Mészáros Éva segítő kommentárjait, amelyek nélkül ez a fejezet még nehezebben lenne érthető, mint jelen formájában.

Hivatkozások

- Ardila, Alfredo. 2010. A proposed reinterpretation and reclassification of aphasic syndromes. *Aphasiology* 24. 363–394.
- Barrés, Victor, Simons, Arthur and Arbib, Michael. 2013. Synthetic event-related potentials: A computational bridge between neurolinguistic models and experiments. *Neural Networks* 37. 66–92.
- Bornkessel-Schlesewky, Ina and Schlesewsky, Matthias 2008. An alternative perspective on “semantic P600” effects in language comprehension. *Brain Research* 59. 55–73.
- Burkhardt, Petra, Piñango, Maria M. and Wong, Kai-Yee. 2003. The role of the anterior left hemisphere in real-time sentence comprehension: Evidence from split intransitivity. *Brain and Language* 86. 9–22.
- Caplan, David, Michaud, Jennifer, Hufford, Rebecca and Makris, Nikos. 2016. Deficit-lesion correlations in syntactic comprehension in aphasia. *Brain and Language* 152. 14–27.
- Caramazza, Alfonso and McCloskey, Michael. 1988. The case for single patient studies. *Cognitive Neuropsychology* 5. 517–527.
- Caramazza, Alfonso and Zurif, Edgar B. 1976. Dissociation of algorithmic and heuristic processes in language comprehension: Evidence from aphasia. *Brain and Language*, 3 572–582.
- Catani, Marco and Thiebaut de Schotten, Michael. 2008. A diffusion tensor imaging tractography atlas for virtual in vivo dissections. *Cortex*, 44. 1105–1132.
- Culicover, Peter and Jackendoff, Ray. 2005. *Simpler syntax*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Csépe, Valéria, Osman-Sági, Judit, Molnár, Márk and Gósy, Mária. 2001. Impaired speech perception in aphasic patients: event-related potential and neuropsychological assessment. *Neuropsychologia* 39. 1194–1208.
- Etard, O., Delcroix, Nicolas, et al. 2002. Automated anatomical labeling of activations in SPM using a macroscopic anatomical parcellation of the MNI MRI single-subject brain. *Neuroimage* 15. 273–289.
- Friederici, Angela D. 1995. The time course of syntactic activation during language processing: A model based on neuropsychological and neurophysiological data. *Brain and Language* 50. 259–281.
- Friederici, Angela D. 2002. Towards a neural basis of auditory sentence processing. *Trends in Cognitive Sciences*, 6(2), 78–84.

- Friederici, Angela D. and Weissenborn, Jürgen. 2007. Mapping sentence form onto meaning: The syntax–semantics interface. *Brain Research*, 1146, 50–58.
- Fridriksson, Julius, Fillmore, Paul, Guo, Dazhou and Rorden, Chris. 2014. Chronic Broca's aphasia is caused by damage to Broca's and Wernicke's areas. *Cerebral Cortex*. p. 152.
- Geschwind, Norman. 1965. Disconnexion syndromes in animals and man. *Brain* 88. 585–644.
- Hagoort, Peter, Brown, Colin M. and Swaab, Taamara Y. 1996. Lexical—semantic event related potential effects in patients with left hemisphere lesions and aphasia, and patients with right hemisphere lesions without aphasia. *Brain* 119. 627–649.
- Hickok, Gregory, Erhard, Peter, Kassubek, Jan, Helms-Tillery, Kate A., Naeve-Velguth, Susan, Strupp, John P., et al. 2000. A functional magnetic resonance imaging study of the role of left posterior superior temporal gyrus in speech production: implications for the explanation of conduction aphasia. *Neuroscience Letters* 287. 156–160.
- Levy, Roger. 2008. Expectation-based syntactic comprehension. *Cognition* 106.1126–1177.
- Lewis, Richard L. and Vasishth, Shravan. 2005. An activation-based model of sentence processing as skilled memory retrieval. *Cognitive Science* 29. 375–419.
- Love, Tracy, Swinney, David A., Walenski, Matthew and Zurif, Edgar. 2008. How left inferior frontal cortex participates in syntactic processing: Evidence from aphasia. *Brain and Language* 107. 203–219.
- Mazoyer, Bernard, Dehaene, Stanislas, Tzourio, Natalie, Frak, Victor, Cohen, Laurent, Murayama, Nina, Levrier, Olivier, Salamon, Georges and Mehler, Jacques. 1993. The cortical representation of speech. *Journal of Cognitive Neuroscience* 5. 467–479
- Pereira, Francisco., Mitchell, Tom and Botvinick, Matthew. 2009. Machine learning classifiers and fMRI: a tutorial overview. *Neuroimage* 45.199–209.
- Saur, Dorothee, Ronneberger, Olaf, Kümmerer, Dorothee, Mader, Irina, Weiller, Cornelius and Kloppel, Stefan. 2010. Early functional magnetic resonance imaging activations predict language outcome after stroke. *Brain* 133. 1252–1264.
- Steinhauer, Karsten and Drury, John E. 2012. On the early left-anterior negativity (ELAN) in syntax studies. *Brain and Language* 120. 135–162.
- Steinhauer, Karsten, Drury John E, Portner, Paul, Walenski, Matthew and Ullman, Michael T. 2010. Syntax, concepts, and logic in the temporal dynamics of language comprehension: Evidence from event-related potentials. *Neuropsychologia* 48. 1525–1542.
- Tesak, Jürgen and Code, Chris (2008). *Milestones in the history of aphasia: Theories and protagonists*. Psychology Press.
- Thothathiri, Malathi, Kimberg, Daniel Y. and Schwartz, Myrna F. 2012. The neural basis of reversible sentence comprehension: Evidence from voxel-based lesion symptom mapping in aphasia. *Journal of Cognitive Neuroscience* 24. 212–222.
- Tyler, Lorraine K., Marslen-Wilson, William D., Randall, Billi, Wright, Paul, Devereux, Barry J., Zhuang, Jie et al. 2011. Left inferior frontal cortex and syntax: Function, structure and behaviour in left-hemisphere damaged patients. *Brain* 134. 415–431.
- Tzourio-Mazoyer, Nathalie, Landeau, Brigitte, Papathanassiou, Dimitrios, Crivello, Fabrice, Yourganov, Grigori, Smith, Kimberly, Fridriksson, Julius and Chris Rorden . 2015. Predicting aphasia type from brain damage measured with structural MRI. *Cortex* 73. 203–215.
- Warren, Jason Crinion, Jenny, Lambon, Ralph, and Wise, Richard. 2009. Anterior temporal lobe connectivity correlates with functional outcome after aphasic stroke. *Brain* 132. 3428–3442.
- Willmes, Klaus and Poeck, Klaus (1993). To what extent can aphasic syndromes be localized? *Brain*, 116(6), 1527–1540.