

## A DICHOTIKUS SZÓÉSZLELÉS ÉLETKOR-SPECIFIKUS JELLEMZŐI

Krepsz Valéria – Gósy Mária

MTA Nyelvtudományi Intézet

### Bevezetés

Az emberi agy egyik jellemzője, hogy a két agyfélteke mind morfológiailag, mind funkcionálisan aszimmetrikus (Kandel et al. 2000; Toga–Thompson 2003; Halpern et al. 2005; Riès et al. 2016). A jobb és a bal agyfélteke működése között sajátos funkciómegosztás figyelhető meg, ez azt jelenti, hogy a két félteke funkcióik szerint elkülönülve, de folyamatos együttműködésben végzik a vezérlést (pl. Brobäck 1988; Garman 1990). Mindennek evolúciós előnyei, például a zsákmányszerzés során megosztott figyelem, már régóta ismertek (pl. Bisazza et al. 1998; Halpern et al. 2005; Doron–Gazzaniga 2008).

A bal agyfélteke felel például a nyelvi folyamatok működtetéséért, az írásért, elemzései reálisak, logikus gondolkodás jellemzi, feladata az algebrai feladatok elvégzése. Noha a nyelvi feladatok jóval nagyobb mértékben igénylik a bal agyféltekei működést, a jobb agyfélteke is részt vesz ezekben (Tervaniemi–Hugdahl 2003). A jobb agyfélteke elsősorban képekben gondolkodik, itt található az érzelmek központja; kreativitás, játékoság és fantázia jellemzi (pl. Baddeley 2001; Steinberg et al. 2001; Gósy 2005; Kállai 2008). Ez azonban nem jelenti azt, hogy egy-egy képesség vagy tulajdonság kizárólagosan az egyik oldalhoz tartozna. A hippocampus például alapvetően a memóriafolyamatokban játszik szerepet: a baloldal inkább a verbális, a jobb oldal inkább a téri-vizuális memóriaműködésben tölt be nagyobb szerepet. Noha a bal agyféltekében található a beszéd központja (legalábbis az emberek igen nagy többségénél), az új, avagy ritkán használt szavak esetében a jobb, míg a jól ismert szavaknál a bal agyfélteke mutat nagyobb aktivitást (Tervaniemi–Hugdahl 2003).

Az agyféltekék működésére tehát jellemző a funkciómegosztás és az együttműködés, mindez úgy megy végbe, hogy az egyik agyfélteke vezető szerepet tölt be a vezérlésben, vagyis domináns. Ezt nevezik agyfélteke-dominanciának vagy agyi lateralizációnak. Az agyfélteke-dominancia az anyanyelv-elsajátítás során, a különböző nyelvi ingerek hatására alakul ki, azonban a habituációs vizsgálatok azt mutatták, hogy már a csecsemőknél is igazolható bizonyos dominanciák jelenléte (Pléh 1981; Hugdahl 2003; Gósy

2005). Az agyféltekei dominancia többféle módszerrel is kimutatható (Bethmann et al. 2007).

Geschwind és Galaburda (1987) komplex modelljében az agyi lateralizáció kialakulását elsősorban a tesztoszteronszint magzatkori emelkedésével magyarázzák, amely véleményük szerint hatással van az idegi fejlődésre, az immunrendszer kialakulására, valamint a velőcső fejlődésére is. Ebből adódóan összefüggést feltételeznek a cerebrális lateralizáció, valamint a tanulási nehézségek, a „tehetség” és az immunrendszerrel kapcsolatos problémák között. Szintén a hormonháztartás és az agyi dominancia kialakulásának kapcsolatával magyarázzák a nemek között megfigyelhető, a beszédben, illetve a nyelvhasználatban megjelenő különbséget is. A feltételezések szerint ugyanis a fiúknál mérhető magasabb tesztoszteron-koncentráció lassítja a bal agyfélteke, ezáltal pedig a beszédcentrum idegsejtjeinek differenciálódását, amelyből adódóan a fiúknál bizonyos jobb agyféltekés sajátosságok erőteljesebb fejlettsége és jobb működése figyelhető meg (Steinberg et al. 2001). A neurofiziológiai tanúság, csakúgy, mint a strukturális, illetve a funkcionális képalkotó eljárások eredményei azt mutatják, hogy a jobbkezes emberek túlnyomó többségénél a bal agyfélteke domináns a beszéd folyamataiban (Penna et al. 2007; Hakvoort et al. 2016). Az agyfélteke-dominancia összefüggést mutat a kezességgel, és jellemző az egyénre (Bryden 1970; Hámori 1999). A beszédpercepció kurrens modelljei a bal agyfélteke meghatározott hullámainak azonosításán alapszanak (Hagoort–Indefrey 2014).

A lateralizáció vizsgálatának tradicionális, nem-invazív módszere a **dichotikus tesztek** végzése (Bryden 1988; Meyers et al. 2002; Hugdahl 2003; Thomsen et al. 2004; Fernandes et al. 2006; Helland et al. 2008; Obrzut–Mahoney 2011). Broadbent (1954) volt az első, aki kísérletében különböző szavakat juttatott a résztvevők füleibe, és megállapította, hogy a többségük a jobb fülbe érkezőkből tudott többet helyesen visszamondatni. Doreen Kimura (1961) írta le elsőként ennek a fiziológiai hátterét. A dichotikus eljárás történetét részletesen ismerteti a Jerger–Martin szerzőpáros (2004) és Kenneth Hugdahl 2011-es tanulmányában. Számos tanulmány, amelyek különféle módszereket alkalmaztak (pl. PET, fMRI, MEG, elektrofiziológiai mérések) igazolta a jobbfül-főlény anatómiai alapját (pl. Hugdahl et al. 1999; Brancucci et al. 2005; Penna et al. 2007).

A dichotikus tesztek lényege az, hogy a két fülbe egyidejűleg különböző nyelvi információt (pl. szavakat, hangkapcsolatokat) közvetítenek, és a kísérleti személynek a megadott instrukciókat követve kell hangosan elismételnie a hallottakat (pl. Moncrieff–Wilson 2009). A visszamondott szavak alapján állapítható meg a fülfőlény (‘ear advantage’), amely utal az agyfélteke-dominanciára. A jobbfül-főlény (angol rövidítése: REA, azaz ‘right-ear advantage’) azt jelenti, hogy a kísérleti személy több elhangzott nyelvi egységet tudott megismételni a jobb fülébe érkezettek közül, ami arra utal, hogy a bal agyféltekéje a domináns. A balfül-főlény (angol rövidítése: LEA, azaz

'left-ear advantage') a jobb agyfélteke domináns voltára utal. Ha nem mutatható ki fülfölény (angol rövidítése: NEA, azaz 'no-ear advantage'), az bilaterális vagy keverten működő dominanciát feltételez, de jelenthet bal temporális diszfunkciót is. Az, hogy valakinél a dichotikus teszt alapján bal vagy jobb agyfélteke-dominanciát állapítottak meg, megegyezett a Wada-teszt eredményével (Hugdahl et al. 1997).

A módszer alkalmazása az elmúlt közel 60–70 évben elterjedté vált (Hugdahl 2011; Obrzut–Mahoney 2011), a központi auditív feldolgozás egyik vizsgálati eljárása. A nyelvi ingerek a feladat típusától függően változnak, a cél lehet a binaurális információk integrációjának, avagy a binaurális információ szegregációjának a vizsgálata (Moncrieff et al. 2013). A tesztek anyaga a szótagoktól a szavakon, a számokon, illetve az értelmetlen hangsorokon át a mondatokig változik (pl. Kimura 1961; Willeford 1977; Musiek 1983; Meyers et al. 2002; Bethmann et al. 2007; Moncrieff 2011; Andrade et al. 2015). A gyakoriságot tekintve a dichotikus tesztek többsége szótagokat tartalmaz (leggyakrabban CV típusúakat, pl. Hugdahl 1995; Sætrevik 2012). Olykor a fülbe érkező nyelvi ingerek intenzitása is változó (Penna et al. 2006).

A dichotikus tesztek eredményei igazolták a jobbfül-fölényt az átlagos, egészséges populációban (Lebel–Beaulieu 2009; Ettinger–Veenstra et al. 2012; Dawes–Bishop 2010; stb.). A nyelvi és módszertani különbségek azonban befolyásolják a fülfölény, valamint az agyfélteke-dominancia megállapítását, illetőleg annak mértékét. Azok a tesztek, amelyekben számokat használtak, kisebb mértékű dominanciát mutattak ki (pl. Kimura 1961; Strouse–Wilson 1999), mint azok, amelyek CV típusú szótagokat (pl. Hugdahl 1995) vagy egy szótagból álló szavakat tartalmaztak (Strouse–Wilson 2001). Moncrieff egyik kutatásában azt találta, hogy az életkornak nem volt szignifikáns hatása a teljesítményre a szavak esetében, de a számok alkalmazásakor igen (2011).

Az eredményeket nyilvánvalóan befolyásolja az instrukció is, amely lehet ún. 'szabad visszamondás' ('free recall'), de a kísérletvezető irányíthatja is a résztvevő figyelmét az egyik vagy a másik fülébe érkező nyelvi ingerekre, avagy az elvárt szavak mennyiségére. Moncrieff igazolta azt is, hogy az adatok számolásának (számításának) módja meghatározó tényezője az eredménynek (2011). Noha ezek a módszertani különbségek megnehezítik, olykor ellehetlenítik a különböző kísérletek adatainak összevetését, a dichotikus teszt kiválóan alkalmas az agyféltekei aszimmetria, illetve a beszéd-lateralitás kimutatására, sőt magasabb kognitív funkciók megismerésére is (Studdert-Kennedy–Shankweiler 1970; Hugdahl 2011). Magyarai közel ötven évvel ezelőtt a centrális hallópályák működését vizsgálta dichotikus teszttel magyar anyanyelvű felnőttek részvételével (1970).

Az agyfélteke-dominancia kialakulásának, illetve kimutathatóságának időpontjáról sokszor jelentősen ellenmondó adatokat közölnek a kutatások. A szerzők egy része feltételezi, hogy a tipikus fejlődésű gyermekek esetében létezik egy kritikus időszak, ameddig a dominanciának ki kell alakulnia, ez a 6-7 éves kor (pl. Kimura 1961). Az adatok szerint a bal féltekei dominancia, illetve a jobbfül-főlény nyelvi ingereknél 5-7 év körül alakul ki, és 10 éves kor táján szilárdul meg. Agyi aszimmetriákat azonban az észlelési vizsgálatok már újszülött kortól igazoltak; 3 éves gyermekeknél ki lehetett mutatni dichotikus teszt alkalmazásával (Pléh 1981; lásd még: Pléh–Lukács /szerk./ 2014). Krashen (1973) kutatásaiban a dominancia kialakulását a formális gondolkodás megszilárdulásával hozta kapcsolatba, így a lateralizáció kritikus periódusának határát a pubertáskorhoz köti. Hatéves kor után, illetve iskolásoknál egyes kutatások nem mutattak ki változást az életkor előrehaladtával, míg mások igen (vö. Obrzut–Mahoney 2011; Moncrieff 2011; illetve Bryden 1970; Carlsson et al. 2011).

A két agyfélteke közötti kapcsolat fejlődésében 6 éves kortól igazolták egy olyan meghatározó időszak kezdetét, amikor a kérgestest fiziológiai és funkcionális fejlődése megindul (Westerhausen et al. 2011). A szerzők hat- és nyolcéves gyermekekkel végzett vizsgálataikban azt találták, hogy a két agyfélteke közötti információáramlás (a dichotikus tesztek eredményei alapján) és az adatolt fiziológiai különbségek szoros összefüggést mutatnak; a fejlődés éppen ebben az időszakban mutatható ki. Megerősítették, hogy a bal fülbe érkezett szótagok helyes felismerése szoros kapcsolatban van a kérgestest fejlettségével. Úgy gondolják továbbá, hogy nem véletlen, hogy ebben az életkorban stabilizálódik a fonológiai tudatosság is, amely kapcsolatban lehet mind a fiziológiai, mind a funkcionális változásokkal.

Moncrieff (2011) öt és tizenkét év közötti gyermekek teljesítményét vizsgálta dichotikus tesztekkel, amelyekben egy szótagú szavak, valamint számok alkották a hangingereket. Az eredmények szerint jobbfül-főlényt az 5–7 éves gyermekek közel 60%-a, a 8–10 évesek több mint 75%-a, míg a 11–12 évesek mintegy 70%-a mutatott. A balfül-főlény a következőképpen alakult a három korcsoportban. A legfiatalabbaknál közel 30%-ban, a 8–10 éveseknél több, mint 20%-ban, a legidősebbeknél pedig kicsit több mint 25%-ban volt kimutatható. Egy másik kutatásban 9 évesek és 11-12 évesek dichotikus tesztben nyújtott teljesítményét elemezték (Hakvoort et al. 2016). A teszt a fiatalabbaknál számokat, az idősebbeknél CV szótagokat tartalmazott. Az eredmények mindkét korcsoportban jobbfül-főlényt igazoltak (a 9 éveseknél kb. 63%-ban szemben az idősebbek mintegy 60%-os előfordulásával). A két fülbe közvetített nyelvi ingerek közötti különbség kissé növekedett az életkor előrehaladtával.

Moncrieff és Musiek kutatásában (2002) 11 évesek helyes visszamondásait elemezték dichotikus tesztekben, amelyek nyelvi anyaga számokból, szavakból és CV típusú szótagokból állt. A jobb fülbe érkezett szótagok helyes fel-

ismerésének átlaga 55,9%-nak, a bal fülbe érkezőké pedig 46,9%-nak adódott. A számok helyes ismétléseinek arányai a jobb fül esetén 92,2%-nak, a bal fül esetén 94,3%-nak adódtak. A szavakat tartalmazó dichotikus tesztben a jobb fülbe érkezettek helyes visszamondása 88%, a bal fülbe érkezetteké pedig 82% volt. (vö. 432. oldal.) A számok alkalmazása esetén nem volt szignifikáns különbség a két fül tekintetében, a szavak és a CV szótagok esetében azonban igen.

Számokat tartalmazó dichotikus tesztet vettek fel 200 gyermekkel 5 és 13 éves kor között (Rosenberg 2011). Két-két számot hallottak a résztvevők a jobb oldali és a bal fülükbe, amelyeket ismételnük kellett. A helyes visszamondások növekedést mutattak az életkor mentén, a két fiatalabb korcsoportban a jobb fülbe érkezők voltak nagyobb mértékben helyesek; a 11-12 éveseknél gyakorlatilag nem volt különbség. Az 5-6 évesek átlaga a bal fülbe érkező számok esetén 52,5%, a jobb fülbe érkezők esetén 69,9% volt. A 7-8 évesekéi a bal fülben hallottak esetén 61,3%, a jobb fülben hallottaknál 73,9%, míg a 11-12 évesekéi a jobb fülbe közvetítettekénél 92,6%, a bal fülben hallottak esetén 88,1% volt.

Keresztmetszeti vizsgálatban elemezték (11 évestől felnőttekig), hogy vajon az egyidejűleg közvetített egy, két, illetve három számot miként tudják a résztvevők visszamondani a dichotikus teszt helyzetben (Moncrieff–Wilson 2009). A bal fülbe hallott szavak minden korcsoportban átlagosan kisebb mértékben voltak ismételhetők, mint a jobb fülben hallottak, továbbá ahogy növekedett a hallott szavak száma, úgy csökkent a helyes felismerés. A vizsgált életkori csoportok átlagai közel azonosak voltak. Az átlagokat tekintve nagymértékű jobb-fül-főlényt mutattak ki minden korcsoportban. A két legfiatalabb csoport átlagos adatai az alábbiak voltak. A számpárok helyes ismétlése a 10–11 éveseknél a bal fül esetében 95,4%, a jobb fül esetén 98,6% volt; két-két szám esetén 84,2%, illetve 92,3%. A 12–14 éveseknél a számpárok esetén a bal fülbe érkezők helyes ismétlésének aránya 96,9%, a jobb fülbe érkezőké pedig 97,9% volt. A két-két számpár esetén az arányok a következőképpen alakultak: 85,8%, illetve 93,6%. A gyermekekénél – a fiatal felnőttekhez képest – a fül-főlény nagyobb mértékű, amit a szerzők a figyelem és a munkamemória fejlődésével magyaráznak (Moncrieff–Wilson 2009).

Iskolásoknál a dichotikus tesztekkel kapott eredmények általában megerősítették a bal agyfélteke dominanciáját, valamint azt, hogy hatéves kor után nem volt változás kimutatható a lateralizációban (Bryden–Allard 1981; Asbjørnsen–Helland 2006; Obrzut–Mahoney 2011; Moncrieff 2011). Más kutatások ellentmondó eredményre jutottak, 9-, 13- és 17 évesekkel végzett tesztelések szerint az idősebbek pontosabban ismerték fel a nyelvi ingereket a fiatalabbaknál a dichotikus tesztekben (Piazza et al. 1985). Carlsson és munkatársainak tipikus fejlődésű 9 és 14 évesekkel végzett vizsgálatában a gyermekek 20%-ánál nem volt kimutatható agyfélteke-dominancia (2011).

Bryden leírta, hogy a jobbfül-fölény előfordulása növekedett a jobb kezés másodikosoktól a jobbkezes hatodikosokig (1970).

A fülfölény, illetve az agyfélteke-dominancia kimutatása többféle számozási módszerrel is lehetséges, amelyek alapján meghatározzák az ún. lateralizációs indexet (LI) (pl. Hugdahl et al. 2003; Hakvoort et al. 2016). Ez a mínusz vagy plusz értékű szám utal arra, hogy az adott személynél a dichotikus tesztben a REA, LEA vagy (0 esetén) NEA volt kimutatható. A lateralizációs indexek Hakvoort és munkatársainak kutatásában nem mutattak eltérést a 9 évesek és a 11-12 évesek között; megfogalmazásukban az LI a vizsgált életkorban stabil.

Magyar anyanyelvű óvodásokkal és iskolásokkal, tipikus fejlődésűekkel és beszédfeldolgozási nehézséget, nagyothallást és olvasástanulási zavart mutatókkal végeztek vizsgálatokat (Pléh 1981; Gósy 1996; Reinhardt 2003; Gósy et al. 2018). Az első kísérletsorozatot Pléh Csaba végezte, 3–6 éves óvodásokat vizsgált (1981). Adatai szerint a 4-5 évesek 46–52%-ban mutattak kialakult agyfélteke-dominanciát; a gyermekek mintegy a felénél a jobb agyfélteke volt domináns, és kevesebb, mint 20%-uknál volt kimutatható bal agyféltekei dominancia. Reinhardt (2003) 126 gyermeket vizsgált, 4-5, 7-8 és 9-10 évesek csoportjaiban tesztelte az agyfélteke-dominancia meglétét (ugyanazon teszttel, mint Pléh). Eredményei azt mutatták, hogy a 4-5 éves óvodások 65%-ánál, a 7-8 évesek 40%-ánál, a 9-10 évesek 58%-ánál volt kimutatható dominancia (az óvodásoknál gyakrabban fordult elő, hogy a jobb agyfélteke volt domináns, mint az iskolásoknál, akiknél jellemzően bal agyféltekei dominanciát tapasztaltak). A 8-10 éveseknél a jobb agyféltekei dominancia előfordulása már csak 13%-os volt.

Reinhardt adatai szerint (2003) a 4-5 éves óvodások 8–11 szót ismételték meg helyesen a dichotikus tesztben, a 7-8 éves iskolások 10–15 szót, a 9-10 évesek pedig 15-16-ot (a gyermekek 6%-a 19 szót is képes volt helyesen visszaadni). Gósy és munkatársai kutatásában (2018) a kontroll csoportot képező, átlagosan 8, 9 és 10 éves gyermekek 14-16 szót mondtak vissza az összes lehetséges 20-ból, általában valamivel kevesebbet a bal, és valamivel többet a jobb fülükbe érkezőkből (a teszt szóanyaga azonban különbözött a korábbi vizsgálatokban használttól). Az eredmények a szavak különbözősége ellenére hasonlóak. Az olvasási problémákkal küzdő gyermekek esetében jelentősen alacsonyabb volt a kimutatható agyfélteke-dominancia aránya, és a visszamondott szavak száma is kisebb volt, mint a kontroll csoport esetében.

A szakirodalom viszonylag egységesnek tekinthető a tekintetben, hogy milyen következményekkel járhat az agyfélteke-dominancia nem megfelelő kialakultsága. A tapasztalatok megerősítették, hogy ha a lateralizáció nem alakul ki megfelelően egy adott életkorig, az elmaradásokhoz, zavarokhoz vezet(het) a beszéd (főként a beszédfeldolgozás) fejlődésében (pl. Gósy 1996; Ettinger-Veenstra 2010; Gósy–Gyarmathy 2011; Gósy et al. 2018). Nemzetközi és hazai tanulmányok sora igazolta, hogy a különféle zavarok, például a

specifikus nyelvi zavar, az írott nyelv elsajátításának nehézsége, a diszlexia, a tanulási zavarok, avagy az autizmus mind-mind összefüggést mutatnak a dichotikus tesztben nyújtott gyengébb teljesítménnyel (Gyarmathy 1998; Moncrieff–Musiek 2002; Dlouha et al. 2007; Moncrieff 2010; Billett–Bellis 2011; Obrzut–Mahoney 2011). Gósy 5 és 12 év közötti, atipikus nyelvfejlődést mutató gyermekekkel vett fel szavakat tartalmazó dichotikus tesztet (1996). Adatai az óvodások mintegy 50%-ánál, az iskolások csupán 34%-ánál jeleztek kimutatható agyfélteke-dominanciát.

Mi az, ami az eddigi kutatásokból jellemzőnek látszik a dichotikus tesztekben kapott eredményekre? Megállapítható, hogy a jobbfül-, illetve balfülfőlény aránya iskoláskorban nem változik jelentősen, bár a konkrét életkort tekintve nem azonosak a kutatási eredmények. A szakirodalom ellentmondásos eredményeket közöl az agyfélteke-dominancia fejlődésének életkori meghatározottságáról. A két fül közötti különbség csökkenése a helyesen visszamondott szavak számának tekintetében a fejlődést mutatja (Moncrieff 2011). Az alkalmazott módszertan nagymértékben befolyásolja a kapott adatokat. A fülfölény az agyféltekei dominanciára utal, függetlenül attól, hogy milyen számítási módszert alkalmaztak a kimutatásra (pl. Ettinger-Veenstra et al. 2010). Számos kutatás célja elsősorban valamilyen atipikus anyanyelvi fejlődés és különböző típusú tanulási nehézségek kapcsolatának elemzése volt a fülfölény, illetve a lateralizáció tekintetében. Ezek igazolták, hogy a nem tipikus fejlődésű kísérleti személyek nagyobb mértékben mutatnak balfül-főlényt, mint a tipikus fejlődésűek, és a teljesítményük a dichotikus tesztben nem éri el a kontroll személyekét. A dominancia kialakulásának késése, illetve nem egyértelmű kimutathatósága, továbbá a dichotikus teszt során helyesen megismételt szavak alacsony száma, a két fül teljesítményének nagy különbsége (függetlenül attól, hogy a jobb vagy a bal fül teljesítménye volt a jobb) mind-mind problémát jelent a működésekben (Moncrieff 2011). Az életkor-specifikus, normatív adatok ugyanakkor a metodológiai eltérések miatt kérdésesek. Nyilvánvaló, hogy a nyelvek közötti különbségek is hozzájárulnak a sokféleséghez. Mindezek ellenére a kutatók egyetértenek abban, hogy a dichotikus tesztek eredményei jól jellemzik mind a gyermekeket, mind a felnőtteket, és számos tekintetben felhasználhatók klinikai populációban is.

Minthogy a dichotikus tesztekkel végzett kutatások nagy többsége angol nyelvűekkel történt, ezért Bless és munkatársai 64 különböző anyanyelvet képviselő, 4408 résztvevő adatait dolgozták fel (2015). A dichotikus teszt mobilalkalmazásként futott (*iDichotic*), a teszt anyaga 36 CV szótagpárból állt, és (brit) angol, norvég, német és észt anyanyelvi bemondók ejtésén alapult (Bless et al. 2015). Az átlagos életkor 33 évnél adódott, a legfiatalabb résztvevők 8 évesek voltak (nők és férfiak, illetve jobb- és balkezesek). A számításokban a lateralizációs indexet alkalmazták. Az eredmények mindentűt a jobbfül-főlényt igazolták nyelvtől függetlenül. Az anyanyelvi és a nem

anyanyelvi résztvevők eredményei különböztek, azaz a nyelvi háttér befolyásolta az LI alakulását. Az életkornak nem volt hatása a fülfölny alakulására. A jobbkezesek és a férfiak nagyobb mértékű jobbfül-fölny mutatnak, mint a balkezesek, illetve a nők.

Magyar anyanyelvű gyermekek dichotikus tesztben nyújtott teljesítményére vonatkozóan – mint láttuk – vannak sporadikus adatok, olyan rendszerszerű kísérlet eredményei azonban nem állnak rendelkezésre, amelyek az anyanyelv-elsajátítás folyamatában szemléltetnék a két fülben hallott eltérő nyelvi ingerekre adott válaszok életkor-specifikus változásait. Kutatásunk fő kérdése az volt, hogy hogyan alakul a gyermekek auditív-fonetikai feldolgozása a szófelismerésben, ha a két fülbe eltérő beszédingereket juttatunk.

A kutatás célja annak dokumentálása, hogy (i) tipikus beszédfejlődésű, 3 és 10 év közötti, magyar anyanyelvű gyermekek hogyan képesek a két fülből érkező különböző beszédingereket észlelni és integrálni, (ii) kimutatható-e fejlődés abban az értelemben, hogy növekszik a helyesen visszamondott szavak aránya az életkor növekedésével és (iii) a fülfölny milyen megoszlást mutat az egyes életkori csoportokban. Hipotéziseink a következők voltak: (i) A gyermekek fokozatos fejlődést mutatnak a helyesen visszamondott szavak számában 3 és 10 éves kor között, (ii) a jobbfül-fölny, és ennek megfelelően a bal agyfélteke-dominancia minden életkorban nagyobb mértékű előfordulást fog mutatni, mint a balfül-fölny, illetve a nem kimutatható fülfölny, és (iii) a dichotikus tesztben nem várunk eltérést a nemek szerint.

### **Módszertan**

A metodológia leírását a kísérleti személyek, majd a dichotikus teszt bemutatásával kezdjük. Ezt követi a tesztfelvétel (a kísérleti eljárás) és az adatfeldolgozás, illetve az alkalmazott statisztikai próba ismertetése.

### **Kísérleti személyek**

A vizsgálatban 320 három és tíz év közötti gyermek vett részt; korosztályonként 40 magyar egynyelvű óvodás és kisiskolás (minden életkori csoportban 20 lány és 20 fiú). Az egyes csoportokban a gyermekek életkora között maximum 3 hónap különbség volt. Például az 5 éveseket azok az óvodások alkották, akiknek a pontos életkora 4;11 és 5;2 közé esett. Hasonlóan, a 9 évesek életkora 8;11 és 9;2 közötti volt. A hatévesek még óvodába jártak. Így 4 óvodás és 4 iskolás csoportot alakítottunk ki.

Valamennyi gyermek ép értelmű és ép halló volt, mindegyikük jobb kezes (a kezességet a GMP-diagnosztika GMP13-as tesztjével ellenőrizték, vö. Gósy 1995/2006). A gyermekek anamnézise szerint (a szülő közölte adatok alapján) egyikük sem volt megkésett beszédfejlődésű, nem küzdöttek sem nyelvi, sem beszédzavarral. Hosszabb ideig nem éltek külföldön. Valamennyi család a budapesti köznyelvet beszélte. A gyermekek hasonló szociokulturális környezetből jöttek.



### A dichotikus teszt

A jelen kutatásban alkalmazott módszer a GMP-diagnosztika 19-es próbájának saját fejlesztésű dichotikus tesztje (Gósy 1995/2006). A teszt első része 10 szót (vagyis 5 szópárt), a második része 10 két-két szóból álló szópárt, összesen 20 szót tartalmazott. A tesztszavakat bemelegítésként 5 szó közvetítése előzte meg, hogy a gyermekek hozzászokjanak a fülhallgatón keresztül történő beszédhez és annak hangerejéhez. Ezek a bemelegítő szavak azonosak voltak a két fülben. Összesen 30 két szótagból álló tesztszót hallottak a gyermekek, 15-öt az egyik, 15-öt a másik fülükbe közvetítve. Példák a szópárokra: *alma/répa*, *tányér/játék*, *banán/pohár*, *csiga/béka*. A teszt szavai a gyermekek számára valószínűsíthetően jól ismert jelentéseket képviseltek.

A szóanyagot férfi felolvasásában rögzítették, a beszélő a hangmagasságát nem változtatta, a szavak ejtése kvázi-monoton volt. A rögzített szavak átlagos időtartama 680 ms volt, az egyes szópárokat 8 mp-nyi néma szünet választotta el. A két-két szópár esetén a köztük lévő szünetet 4 mp-ben határozták meg. A teszt létrehozásakor minden egyes szópárt (kezdetüket és lecsengésüket) számítógépes szoftverrel szinkronizáltak a jobb és a bal csatorna között. Az eljárás során a szavak akusztikai struktúrája nem változott. Három ábra szemlélteti a teszt egy szópárjának (*banán/pohár*) akusztikai lenyomatait. Az 1. ábrán látható a két szó rezgésképe és hangszínképe, a harmadik ábra a két rezgésképet külön-külön, a spektrogram pedig a szavak egyidejű hangzását szemlélteti (1. és 2. ábra).

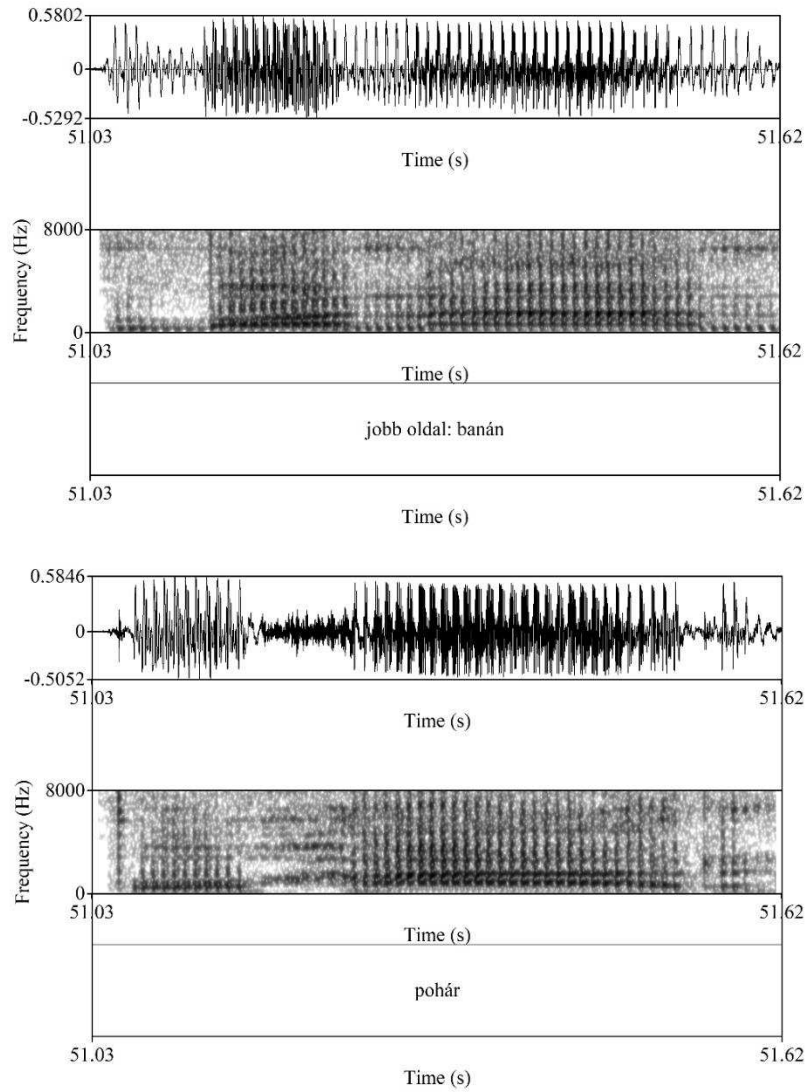
### Tesztfelvétel és adatfeldolgozás

A teszteléskor a gyermek jobb, illetve bal fülébe azonos időben (átlagosan 60 dB-es intenzitáson) közvetítettük a szópárokat fülhallgatón keresztül. Minden felvétel esetében azonos eszközöket használtunk. A gyermekek feladata az elhangzott szavak megisméltése volt szabadon választott sorrendben (ún. szabad visszamondás).

A visszamondott szavakat az elhangzás sorrendjét is jelölve, tesztlapon rögzítettük. Az adatokat négyféle megközelítésben dolgoztuk fel: (i) a helyesen visszamondott szavak számának, illetve arányának elemzése, (ii) az egyszerű kivonás művelete (pl. Moncrieff 2011), (iii) a négyes szópárok figyelembevétele (Bever 1971), (iv) a lateralizációs index számítása (rövidítése: LI), vö. Studdert-Kennedy–Shankweiler 1970).

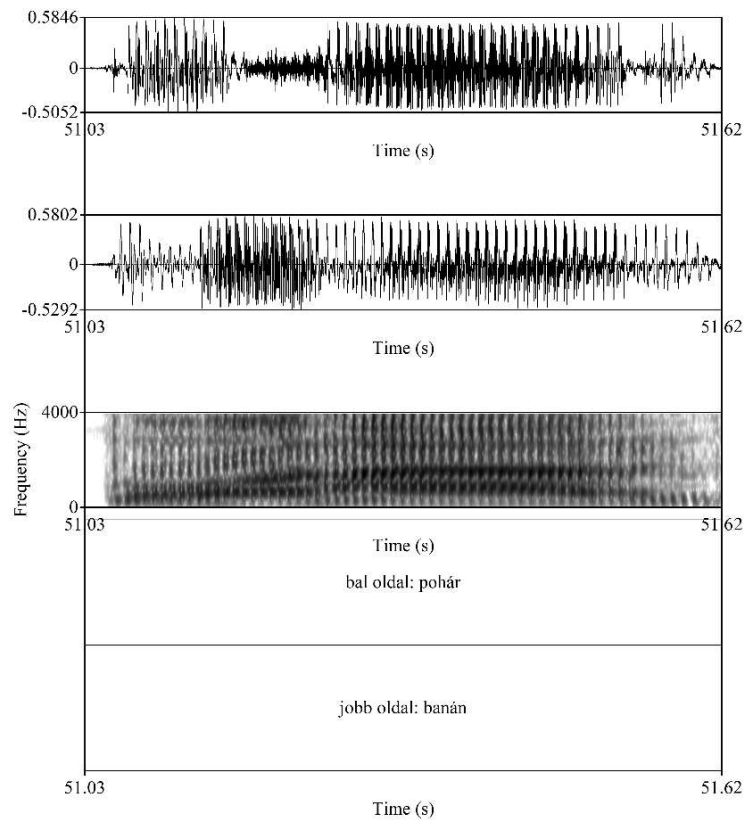
(i) Minden gyermek esetében meghatároztuk a jobb és a bal fülben hallott, helyesen visszamondott szavak számát, illetve összesítettük az összes helyesen ismételt szót. Ennek alapján meghatároztuk a korcsoportokra jellemző teljesítményeket.

(ii) A következő számítás során a jobb fülbe érkező, helyesen ismételt szavak számából kivontuk a bal fülbe közvetített és helyesen visszamondott szavak számát. Ez is utal a fülfölnyire.



1. ábra

A *banán* (fent) és a *pohár* (lent) szavak rezgésképe és hangszíneképe



2. ábra

A *pohár* és a *banán* tesztszavak rezgésképei és az egyszerre hangzás alapján készült hangszínekép

(iii) A négyes szó párok figyelembevételkor az 5x2 szó párt, azaz 20 szó helyes visszamondását elemeztük gyermekenként, majd korcsoportonként. A jelölésnek megfelelően a négyes szó párok első párjaiban adatoltuk azokat, amelyeket a gyermek elsőként ismételt. A fülpreferencia kimutathatóságának kritériuma az volt, hogy az egyik fülben hallott szó párok első tagjaiból legalább 4, illetve 5 szó helyes ismétlése megtörténjen.

(iv) Meghatároztuk az ún. lateralizációs indexet (LI, 'laterality index'). Ezt a számítást – úgy véljük – Studdert-Kennedy és Shankweiler publikálta először (1970). A dichotikus teszt anyagát kísérletünkben CVC típusú szótagok alkották, ahol a magánhangzókra és a mássalhangzókra eltérő helyes visszamondás volt jellemző attól függően, hogy a résztvevők melyik fülükben hal-

lották azokat. A nullhipotézistől különböző adatok értelmezésére alkalmazták a képletet, és indexnek nevezték (1970: 583), a cikkben azonban azt a szókapcsolatot, hogy 'lateralitási index' még nem használták. A számítási módszert az azóta eltelt évtizedekben széleskörűen alkalmazzák a dominancia kimutatására (Fernandes-Smith 2000; Hugdahl 2003; Hakvoort et al. 2016; stb.). A lateralizációs indexet a dichotikus tesztben helyesen visszamondott szavak (vagy más nyelvi ingerek) alapján a következő képlet szerint számolják ki:  $(\text{jobb fül} - \text{bal fül}) / (\text{jobb fül} + \text{bal fül}) * 100$ . A képletben tehát a 'jobb fül' a jobb fülben hallott és helyesen visszamondott szavak számát, a 'bal fül' pedig a bal fülben hallott és helyesen visszamondott szavak számát reprezentálja. A mínusz értékű LI a jobb, míg a pozitív LI a bal agyfélteke dominanciájára utal.

A statisztikai elemzések során az általános lineáris kevert modellt (GLMM) alkalmaztuk (SPSS 20.0 szoftverben). A függő változók (i) a helyesen visszamondott szavak száma, (ii) a fülfölény és (iii) a lateralizációs index voltak. A független változók pedig (i) a gyermekek életkora és (ii) a fül. A megbízhatósági szintet 95%-ra állítottuk be.

### Eredmények

A dichotikus tesztben kapott adatokat négy alfejezetben mutatjuk be. Az elsőben a tesztszavak helyes észlelésének adatait tárgyaljuk, összesítve, illetve a két fül teljesítménye alapján külön-külön, beleértve a két fül adatainak különbségét is (abszolút értékben). A második alfejezetben a fülpreferencia eredményeit ismertetjük az egyszerű kivonás számításával. A harmadikban a négyes szó párok figyelembevétele történik a fülfölény kimutatásában. A negyedik alfejezetben a lateralizációs index számításának eredményeit ismertetjük.

#### (i) A helyesen visszamondott szavak számának és arányainak elemzése

A vizsgált gyermekek, életkortól függetlenül, átlagosan tíz szót tudtak helyesen megismételni a lejátszott 15-15-ből, azaz 67%-os átlagos teljesítményt értek el. A bal fülben hallottak helyes visszamondásának átlaga a vizsgált populációban 57%, a jobb fül esetében pedig 76%. Az életkor előrehaladtával változnak az eredmények. A két fül adatait összegezve és a fülekbe külön-külön közvetített szavak helyes felismerését tekintve, a helyesen visszamondott szavak száma növekszik a 3 évesek teljesítményétől a 10 évesekéig (1. és 2. táblázat). A kapott adatokat megadjuk a helyesen visszamondott szavak darabszámában és arányában is, így összehasonlíthatók a szakirodalomban különféle képpen található eredményekkel.

1. táblázat: A helyesen visszamondott szavak száma a beszélők életkora és a fülek szerint (összes szó 30 db) (á. = átlag, min. = minimum, max. = maximum)

Kor (év)	A helyesen visszamondott szavak adatai (db)								
	Két fül összesen			Bal fül			Jobb fül		
	á.	min.	max.	á.	min.	max.	á.	min.	max.
3	14	10	18	6	2	8	8	3	12
4	16	10	20	6	4	9	9	4	13
5	17	13	24	7	3	10	11	7	14
6	20	13	25	8	5	12	11	8	15
7	21	15	28	9	6	14	12	9	14
8	23	15	30	10	7	13	12	8	15
9	24	19	28	11	9	15	12	9	15
10	25	21	29	12	8	15	13	11	15

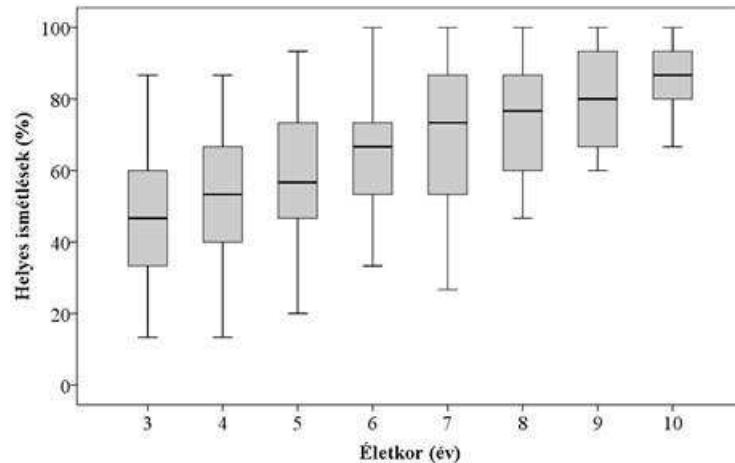
2. táblázat: A helyesen visszamondott szavak arányainak adatai a beszélők életkora szerint

Kor (év)	A helyesen visszamondott szavak adatai (%)					
	Két fül összesen				Jobb fül	Bal fül
	átlag	átlagos eltérés	minimum	maximum		
3	46	21	13	87	53	38
4	52	20	13	87	64	39
5	58	20	13	93	72	43
6	64	17	33	100	77	52
7	68	19	13	93	80	56
8	80	22	7	100	87	72
9	81	14	53	100	88	74
10	85	10	67	100	90	81

Az összes helyes ismétlés számának elemzése (a fültől függetlenül) életkori bontásban igazolja a megfelelően visszamondott szavak számának fokozatos növekedését (3. ábra). Az általunk vizsgált legfiatalabb, hároméves korcsoport adatközlői a lejátszott szavak kevesebb, mint felét ismételték meg pontosan (átlagosan 7 szót). A teljesítmény növekedése 7 éves korig kiegyenlítettnek mondható, átlagosan 6%-os volt, a négyévesek a szavak 52%-át (7,8 szó), az ötévesek a szavak 58%-át (8,7 szó), a hatévesek a szavak 64%-át (9,7 szó) tudták helyesen megismételni. Hat- és hétéves kor között valamivel csökkent ez a növekedés, ekkor csupán 4%-kal növekedett az idősebb gyer-

mekek teljesítménye. Hétéves kortól a növekedés mértéke nagy különbségeket mutatott az egyes korosztályok között. A változás hét- és nyolcéves kor között 12%, a nyolc- és kilencévesek között gyakorlatilag stagnálás tapasztalható, mindkét csoport beszéloi átlagosan 12 szót mondtak vissza. A 9 és 10 évesek közötti növekedés mértéke 5%-osnak adódott.

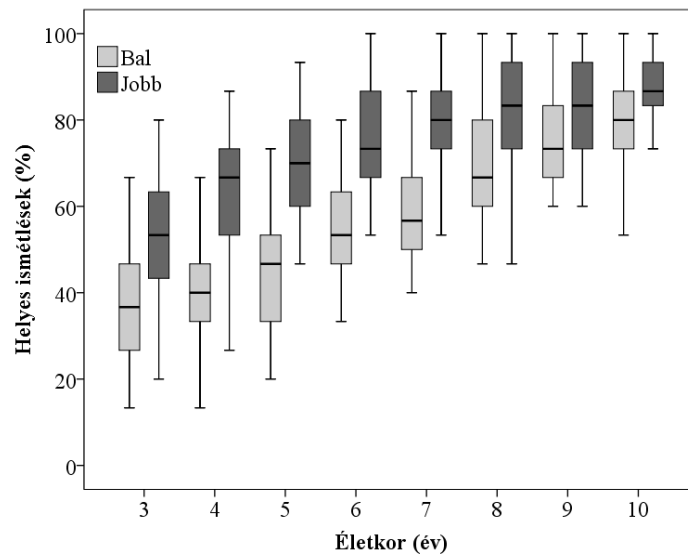
A statisztikai elemzés alátámasztotta a dichotikus tesztben kapott teljesítmények fejlődését 3 és 10 éves kor között. Szignifikáns különbség igazolódott a helyesen visszamondott szavak számában az életkorok mentén [ $F(7, 633) = 37,595; p < 0,001$ ]. A nemek között nem volt szignifikáns különbség a helyesen visszamondott szavak számát illetően a csoportokon belül.



3. ábra

A dichotikusan közvetített szópárok helyes ismétlésének aránya a beszélők életkora mentén (medián és szóródás)

Elemeztük a helyesen visszamondott szavak számát, valamint a százalékban kifejezett arányokat aszerint, hogy **a szó a gyermek melyik fülébe érkezett** (4. ábra). A bal fülbe érkezőkből átlagosan két és fél szóval kevesebbet (átlagosan 9 szó, 60%) mondtak vissza a gyermekek, mint a jobb fülbe érkezőkből (itt az átlag 11,5 szó, 76%). A jobb fül preferenciája minden életkori csoport esetében (csoportszinten) kimutatható volt. A legnagyobb különbség a bal és a jobb fül teljesítménye között az öt éves gyermekek esetében jelentkezett, ahol átlagosan 4,5 szóval mondtak vissza többet helyesen a jobb fülbe érkező szavakból, mint a bal fülben hallottakból. A legkisebb különbség a legidősebb, a tízéves gyermekek esetében mutatkozott, itt az eltérés átlagosan 1 szó volt.



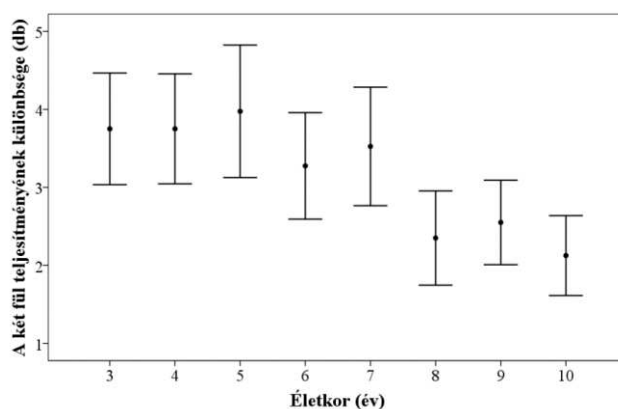
4. ábra

A helyesen visszamondott szavak aránya az életkor és a jobb, illetve bal fül szerinti bontásban (medián és szóródás)

A gyermekek 78,5%-a (251 fő) a jobb, míg 14%-a (45 fő) a bal fülbe érkező szavakból mondott vissza többet; 7,5% (24 fő) esetében pedig nem volt kimutatható fülfőlény a vizsgált csoportokban.

Az életkor előrehaladtával a következő tendencia figyelhető meg: 5 éves korig fokozatosan nő a két fül közötti különbség, majd 5 és 10 éves kor között fokozatosan csökken, azaz közelít egymáshoz a jobb és a bal fül teljesítménye. Az állítás érvényességét azonban óvatosan kell kezelnünk, mivel a jelen vizsgálat egy keresztmetszeti (azaz nem longitudinális) kutatás eredményeit mutatja be. Az 5. ábra a két fülben hallott szavak helyes visszamondásának különbségét szemlélteti a darabszám szerint. Jól látható, hogy a 3–5 évesek jellegzetesen nagyobb különbséget produkáltak a két fül között, a 8–10 évesek pedig jellegzetesen kis különbséget. E tekintetben mintegy a két említett korcsoport között helyezkednek el a 6–7 évesek.

A statisztikai elemzés szignifikáns különbséget igazolt a bal és a jobb fül teljesítménye között [ $F(1, 639) = 107,248; p < 0,001$ ], valamint az 'életkor' és a 'fül' interakciója esetében is [ $F(7, 633) = 24,214; p = 0,001$ ].



5. ábra

A jobb és a bal fülben hallott szavak helyes visszamondásának különbségei (átlag és szóródás)

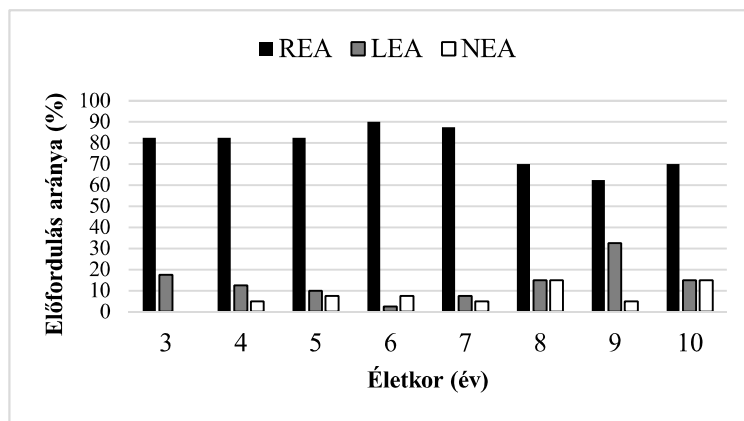
### (ii) Az egyszerű kivonás módszerének alkalmazása

Ebben az elemzésben a jobb oldali fülben hallott, helyesen visszamondott szavak számából kivonjuk a bal oldali fülben hallott, helyesen visszamondott szavak számát (vö. Moncrieff 2011). Ha a jobb fülbe érkezett szavak ismétlése volt nagyobb arányú, akkor pozitív értéket, ha a bal fülbe érkezettek esetén volt nagyobb arányú, akkor negatív értéket kaptunk. A pozitív szám a jobbfül-fölényre, a negatív szám a balfül-fölényre utalt. A 6. ábra valamennyi gyermek esetén mutatja a fülfölelyre kapott adatokat; az ábra elsődlegesen azt a célt szolgálja, hogy a jobbfül-fölény nagymértékű megjelenését szemléltessük. A kimutatható dominancia a gyermekek 95,7%-ára volt jellemző.

A résztvevők döntő többsége – ennek a számításnak az eredményeként is – jobbfül-fölényt mutat (a résztvevők 82%-a), a balfül-fölényt mutatók aránya mindössze 13,7%. A fülfölelyt nem mutatók aránya pedig 4,3%. Ha korcsoportonként nézzük az adatokat, akkor különbségek figyelhetők meg az életkor függvényében. A 3 évesek 17,5%-a, a 4 évesek 12,5%-a, az 5 évesek 10%-a, a 6 évesek 2,5%-a, a 7 évesek 7,5%-a, a 8 évesek 15%-a, a 9 évesek 32,5%-a, végül a 10 évesek 15%-a mutatott balfül-fölényt. A legnagyobb arányú jobbfül-fölényt a 6 és a 7 éveseknél adatoltuk. Néhány gyermeknél előfordult, hogy azonos számú szót ismételték helyesen a jobb és a bal fülükben hallottak közül. Az 5 és a 6 évesek csoportjában 3-3 gyermeknél, a 4, a 7 és a 8 évesek esetében 2-2 gyermeknél, a 9 és a 10 évesek között pedig 1-1 gyermeknél tapasztaltuk a NEA előfordulását. Egyáltalán nem fordult elő a 3 évesek csoportjában.

A statisztikai elemzések szignifikáns különbséget igazoltak a jobb és a bal fülbe érkező szavak helyes ismétlése között: [ $F(1, 639) = 9,734; p < 0,001$ ].



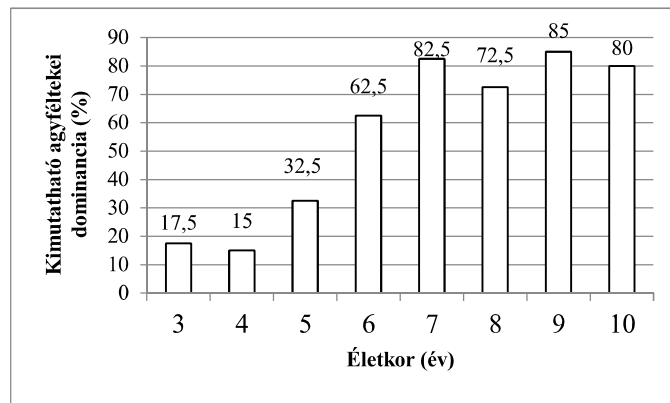


6. ábra

A REA (jobbfül-fülény), a LEA (balfül-fülény) és a NEA (nincs kimutatható fül-fülény) előfordulása a vizsgált korcsoportokban az egyszerű kivonás alkalmazása alapján

### (iii) A négyes szópárok figyelembevétele

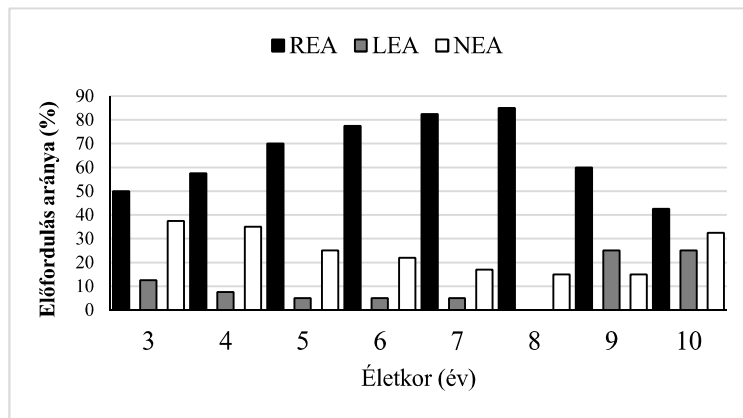
Ennek a számítási módnak az alkalmazásával az eredmények eltértek a fentebbi, egyszerű kalkuláció adataitól. Itt csak a négyes (kettő-kettő) szópárokat vettük figyelembe, közülük is az elsőként elhangzottakat (l. részletebben: Gósy 1995/2006). A vizsgált gyermekek 56%-ánál volt kimutatható valamilyen fül-fülény, illetve agyfélteke-dominancia. Ez a részesedés az életkor előrehaladtával nőtt, a legkisebb arányt (a gyermekek 15%-a) a négyéves, a legnagyobbat (a gyermekek 85%-a) a kilencévesek csoportjában adatoltuk (7. ábra). A legnagyobb növekedés (mintegy 30%) a tekintetben, hogy kimutatható a dominancia, az öt- és hatéves kor között volt megfigyelhető. Ez összefüggést mutat a számos külföldi kutatásban feltételezett kritikus periódus életkori határával. A statisztikai elemzés az életkor mentén szignifikáns különbséget igazolt a kimutatható fül-fülény, illetve az agyféltekék dominanciája között [ $F(2, 318) = 13,253; p = 0,004$ ]. A nemek között nem igazolódott szignifikáns különbség.



7. ábra

A kimutatható agyféltekei dominancia aránya a beszélők életkora mentén

A balfül-főlény a gyermekek 17%-ára, a jobbful-főlény pedig 71%-ukra volt jellemző. Az életkori megoszlást a 8. ábra szemlélteti, amelyen jól látható, hogy minden korcsoportban a gyermekek döntő többsége jobbful-főlényt, illetőleg bal agyfélteke-dominanciát mutat.



8. ábra

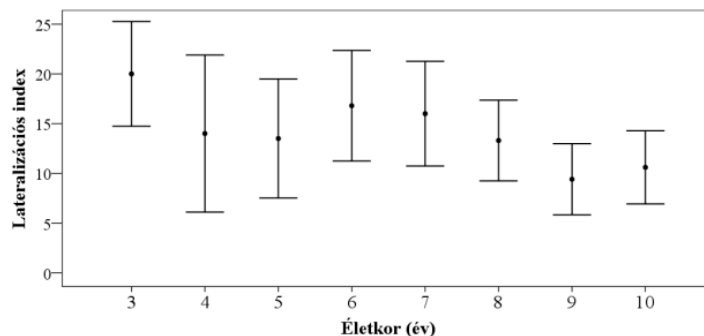
A REA (jobbful-főlény), a LEA (balfül-főlény) és a NEA (nincs kimutatható fül-főlény) előfordulása a vizsgált korcsoportokban a négyes szópárok figyelembevétele alapján

A legtöbb, jobbful-főlényt mutató gyermek 8 éves volt, ugyanezt legkevésbé az 10 éveseknél adatoltuk. A bal- és a jobb agyféltekei dominancia

arányának legnagyobb különbsége 7 éves korban volt kimutatható, ekkor a jobb félteke a gyermekek 12%-ánál, a bal félteke pedig 88%-uknál volt dominánsnak tekinthető. Ezt a statisztikai elemzések is alátámasztották. A jobb-fül-főlényt mutatók esetében nem, míg a bal-fül-főlényt mutatók előfordulása szignifikáns különbséget igazolt az életkorok mentén [ $F(2, 318) = 10,143$ ;  $p = 0,012$ ].

#### (iv) A lateralizációs index számítása

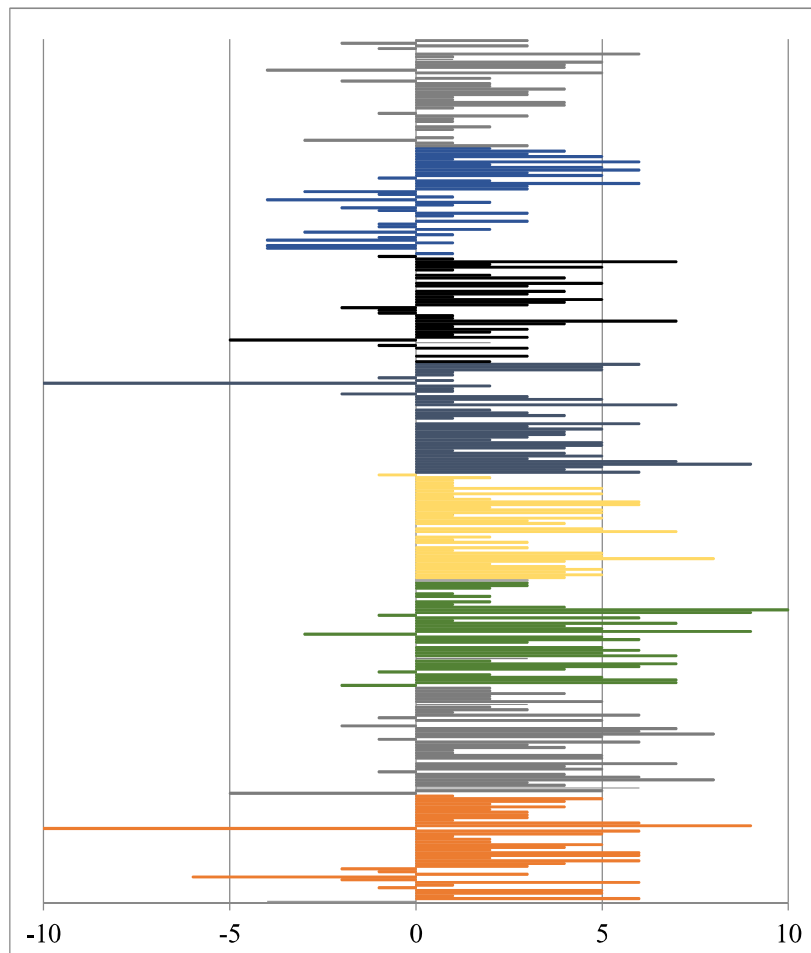
Adatainkon elvégeztük az LI-re vonatkozó számításokat; az eredményeket a 9. ábra, korcsoportonként pedig a 10. ábra szemlélteti (a korcsoportok elkülönítését a színezések segítik). A kimutatható dominancia a gyermekek 83 %-ára volt jellemző. Minthogy a vizsgált gyermekek túlnyomó többsége jobb-fül-főlényt mutatott, így értelemszerűen a csoportosintű LI-k pozitív értékűek lettek.



9. ábra

A lateralizációs index adatai életkoronként (átlag és szóródás)

A lateralizációs index jelentős különbségeket mutat az iskolások és az óvodások között; a nagyobb csökkenés a nyolcéveseknél figyelhető meg. Nyolcéves korig relatíve nagy érték az LI, míg a három legidősebb vizsgált korcsoportban relatíve kicsi LI-értékeket kaptunk. A statisztikai elemzések szerint szignifikáns különbség van a bal és a jobb fülbe érkező szavak helyes visszamondása között [ $F(1, 639) = 11,234$ ;  $p < 0,001$ ].

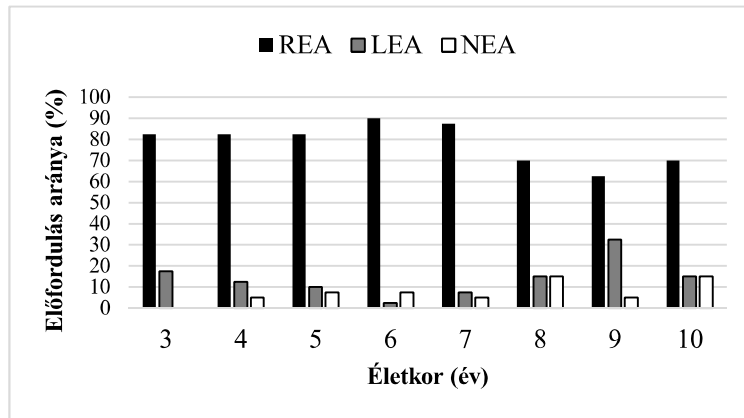


10. ábra

Az LI szerinti fülfőlény alakulása 3–10 éves kor között (a függőleges tengely a gyermekeket, a vízszintes az LI-értékeket szemlélteti (a színek a különböző életkorokra utalnak, a 3 évesek vannak legfelül)

A lateralizációs index alapján is azt tapasztaltuk, hogy a legnagyobb mértékben minden életkorban a REA (jobbfül-főlény) volt igazolható. Lényegesen kisebb a LEA (balfül-főlény) előfordulása; a 9 éveseknél kiemelkedően nagy volt a megjelenése (11. ábra). Az LI értékeit tekintetbe véve az mondható, hogy a LEA a 6 és a 7 éveseknél fordul elő a legritkábban, mind a fiata-

labb, mind az idősebb gyermekekénél gyakoribb. Itt is látható, hogy a 3 éveseknél nincs NEA, és az értékek a 9 évesek kivételével enyhén növekvő tendenciát mutatnak az életkor előrehaladtával.

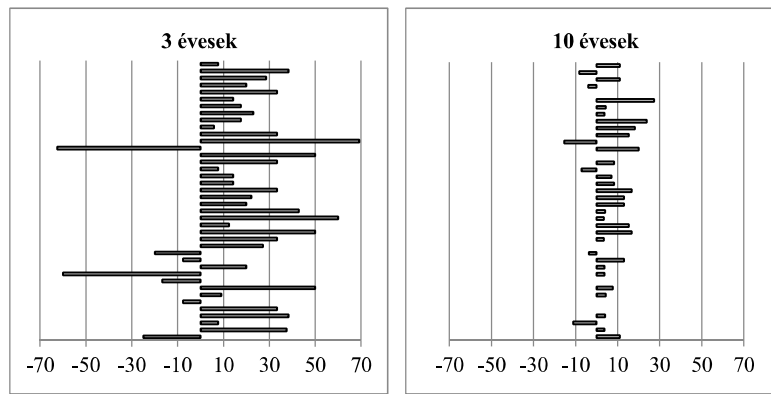


11. ábra

A REA (jobbfül-főlény), a LEA (balfül-főlény) és a NEA (nincs kimutatható fülfőlény) előfordulása a vizsgált korcsoportokban az LI alapján

A statisztikai elemzések szerint az LI értékét tekintve az életkor függvényében szignifikáns a különbség [ $F(8, 312) = 5,642; p = 0,023$ ]. Példaként szemléltetjük a 3 évesek és a 10 évesek csoportjának összes adatával a pozitív, a negatív és a zéró LI előfordulásait (12. ábra).

Összevetettük a fülfőlény kimutatására alkalmazott három különböző számítási módszer adatait. A REA és a LEA előfordulásának arányai a vizsgált korcsoportokban gyakorlatilag nem különböztek az egyszerű kivonás (jobb fül–bal fül) eredménye és a lateralizációs index alapján megállapított dominanciák között. Eltérést tapasztaltunk a négyes szópárok figyelembevétele esetén. Itt ugyanis jellegzetesen különböznek az arányok a 3–6 éves és a 10 éves korcsoportokban. A 7, 8 és 9 évesek esetében az előfordulások vagy azonosak, vagy kissé eltérően különböznek. Az eltérések minden esetben azt mutatják, hogy a négyes szópárok figyelembevétele alapján végzett számítások esetén az adott életkorokban kisebb arányú a kimutatható dominancia.



12. ábra

A lateralizációs index értékeinek alakulása 3 éves és 10 éves gyermekeknél (a függőleges tengelyeken a negyven gyermeket szemléltettük, a vízszintes tengely az LI értékeit mutatja)

### Következtetések

Korábbi kutatások szerint az agyi funkciómegosztásból adódó agyi aszimmetria, valamint a nyelvi szempontból domináns agyfélteke már hároméves kortól kimutatható (Best 1984; Hiscock 1988; Pléh–Lukács /szerk./ 2014). Az egyik alapkérdés, amelyre ellentmondó válaszokat találunk a szakirodalomban az, hogy vajon a fülfölny, illetve a domináns agyfélteke kimutathatósága mikorra szilárdul meg, és van-e fejlődés az életkor növekedésével. A jelen kutatásban 320 tipikus fejlődésű, három- és tízéves kor közötti gyermeket vizsgáltunk dichotikus tesztljárás segítségével. Noha az adatokat különböző számítások mentén dolgoztuk föl, az eltérő módszerek igen hasonló eredményeket igazoltak.

Az idősebb gyermekek több szót mondtak pontosan vissza, mint a fiatalabban, amely a percepció kontroll, a koordináció és a két fülből jövő információ integrálásának fejlődésére utal. Tekintetbe kell venni továbbá a memória kapacitásának növekedését, ami nyilvánvalóan hatással van a teljesítmény javulására. Némiképpen spekuláció, hiszen közvetlenül nem igazolható, de az a tény, hogy a gyermek egyre több és többféle kommunikációs helyzetben vesz részt, hozzájárul a nyelvi ingerek mind jobb feldolgozásához, és ez tükröződik egy dichotikus feladatban is. A kommunikációs helyzetek növekvő száma és sokfélesége hatással van a szókincs bővülésére, a grammatikai szerkezetek fejlődésére, a percepció működésének pontosabbá válására (stb.). A gyermek egyre gyakrabban kerül olyan helyzetbe, hogy többféle nyelvi inger éri egyidejűleg (ún. koktélparti hatás), és egyre biztosabban lesz képes figyelni a hozzá intézett, illetve a számára fontos információkra és azok feldolgozására.

A figyelem fejlődését és hatását a dichotikus tesztek eredményeire több kutatás is magyarázó faktorként határozza meg (pl. Moncrieff 2011).

Az életkor statisztikailag is igazolt hatást gyakorolt a dichotikusan közvetített szavak helyes észlelésére. Az első hipotézisünk tehát igazolódott. A 3 évesek és a 10 évesek teljesítménye 43% különbséget mutatott (az idősebbek javára). A fejlődés a fiatalabb gyermekeknél nagyobb mértékű, mint az idősebbeknél, de végig fokozatos. Noha a helyesen visszamondott szavak száma kismértékben növekszik az életkor függvényében, azt látjuk, hogy a bal fülbe érkezőkre adott helyes válaszok növekedése valamivel kifejezettebb, mint a jobb fülben hallottak ismétlése. Ez arra utal, hogy a kétféle nyelvi inger integrációjának, illetve koordinálásának fejlődése nagyobb mértékben a bal fülbe közvetítettek pontosabb feldolgozása. Adataink hasonlóak a szakirodalomban közltekkel (pl. Hugdahl 1999; Moncrieff 2011). A jobb fülben hallott szavak helyes ismétlése a 7–9 éves korcsoportokban azonos, a 10 éveseknél egyetlen szóval jobb. A szavak bal agyféltekei feldolgozása tehát relatíve gyorsan stabilizálódik.

A helyes válaszok minimum- és maximumértékei jellegzetesen különböznek a két fülben hallott szavak helyes visszamondásában. A jobb fülben hallottak száma már óvodáskorban lényegesen meghaladja a bal fülbe közvetítettek ismétlését. Ezek az adatok is a jobb fülből továbbított nyelvi ingerek szignifikánsan pontosabb feldolgozását igazolják.

A bevezetésben említettük, hogy a szakirodalomban közölt eredmények összevetése a módszertani (és számos egyéb) nehézség miatt csaknem lehetetlen. Ennek tudatában mégis összehasonlítottuk adatainkat egy olyan kutatásával, amelyben a vizsgált gyermekek életkora majdnem megegyezett a miénkkel, bár a dichotikus teszt egy szótagú számokat tartalmazott (Rosenberg 2011). A százalékbán megadott adatok igen nagy hasonlóságot mutattak, mind a bal, mind a jobb fül esetében. A 6, illetve a 8, 9 és 10 évesek helyes visszamondásai majdnem azonosak a két kísérletben, mind a két fülbe érkezett nyelvi ingereket tekintve. Az 5 éveseknél kisebb mértékben, a 7 éveseknél nagyobb mértékben tapasztaltunk eltéréseket a két kísérlet adataiban, főként a bal fülbe érkezett szavak esetén. Ezek az eredmények utalhatnak arra, hogy az egy szótagos számok és a két szótagból álló szavak észlelése hasonló a vizsgált populációban.

Kísérletünk részvevői döntő többségben jobbfül-főlényt mutattak, de minden korcsoportban akadtak olyanok, akikre a balfül-főlény volt jellemző, és előfordult a nem kimutatható fülfőlény is. Utóbbi elenyésző mértékben. Ennek megfelelően az erre vonatkozó hipotézisünk igazolást nyert. Eredményeink igen hasonlóak az adott életkorra a szakirodalomban közölt adatokkal. Megállapítottuk, hogy a számítási módszertől függetlenül nem volt lényeges különbség a fülpreferencia alakulásában. Jellemző, hogy 8 éves kortól csökken a REA előfordulása, valamilyen mértékben növekszik a LEA előfordulása (a fiatalabbaknál tapasztaltakhoz képest) és a nem kimutatható preferencia

is. Úgy gondoljuk, hogy ez talán módszertani okokkal magyarázható; a dichotikus teszt szavainak észlelése az életkor előrehaladtával egyre könnyebb lesz. Ez eredményezi a bal fülbe közvetítettek jobb felismerését. A két fülbe közvetített nyelvi ingerek kiegyenlítettebb észlelése a beszédfeldolgozás fejlődést szemlélteti.

A 9 évesek esetében a jelentősebb mértékű LEA-előfordulásra (több mint 30%) az egyszerű kivonásos számítás esetében nem tudunk magyarázatot adni. Megjegyezzük ugyanakkor, hogy a 9 évesek beszédpercepciósi jellemzői több kutatás szerint is eltérnek a fiatalabb és az idősebb gyermekekéitől (pl. Gósy–Horváth 2006). A négyes szópárok figyelembevétele alapján nem csak a 9, de a 10 évesek esetében is csökken a REA, és növekszik a LEA és a NEA előfordulása. Ez felveti az agyféltekék, illetve a köztük lévő kapcsolat strukturális módosulásának lehetőségét mint befolyásoló tényezőét (pl. Westerhausen et al. 2011).

Angol anyanyelvű, fiatal felnőttekkel végzett CV szótagokat tartalmazó dichotikus tesztben az LI értékei 2,9 és 30,4 közöttieknek adódtak (Penna et al. 2007). Anyagunkban a lateralizációs index értékei 4,3 és 21 közöttiek, ennek alapján a gyermekek eredményei homogénebbnek tűnnek, bár a nyelvi inger jelentős különbözősége (az életkoron túl) nem hagyható figyelmen kívül.

Az LI értékeit tekintve a megállapított fülfőlény, illetve agyfélteke-dominancia előfordulásának jellemzői az előzőektől lényegesen nem tértek el, igazolva ezzel azt a tényt, hogy az adott fülben helyesen visszamondott szavak száma mindenkor meghatározó. Az index figyelembevételével annyi különbséget tapasztaltunk az egyszerű kivonásos és a négyes szópárok szerinti számítás eredményeihez képest, hogy itt már a 8 éves kortól csökken jelentősen a REA előfordulása. A 9 évesek esetében az LI index kiugró LEA-előfordulást igazolt.

Ugyancsak szavakkal végzett dichotikus kísérletében Moncrieff (2011) az 5–7 éveseknél közel 60%-ban, a 8–10 éveseknél mintegy 76%-ban talált jobbfül-főlényt. Kutatásában a balfül-főlény a fiatalabbaknál mintegy 30%-ban, az idősebeknél valamivel több, mint 20%-ban fordult elő. A saját adataink – ha ugyanilyen módon összevonnuk a korcsoportokat – azt mutatják, hogy az 5–7 éveseknél a jobbfül-főlény megjelenése mintegy 87% körüli, a LEA pedig mintegy 6%-ban jelent meg. A 8–10 évesek csoportját összevonnak, a REA előfordulása 67%-ban, a LEA több mint 20%-ban volt tapasztalható náluk. Az eltéréseket elsősorban a módszertani különbségek eredményezhetik. Az angol anyanyelvű gyermekek egy szótagból álló szavakat, a mieink két szótagosakat hallottak. Saját vizsgálatunkban az 5–7 évesek REA-előfordulása nagyobb mértékű volt (a különbség mintegy 27%). Ez a különbség az iskolások esetében jelentősen csökken, mindössze 9%, itt azonban a jobbfül-főlény a magyar gyermekeknél volt kisebb arányú.



Hipotézisünk szerint nem vártunk eltérést a lányok és a fiúk teljesítménye között, feltevésünk igazolódott. Megjegyezzük ugyanakkor, hogy a nemek között (hasonló) dichotikus vizsgálatában Moncrieff (2011) különbségeket tapasztalt, amelyek azonban az életkor szerint változtak. Adatai szerint az 5-7 év közötti lányok jobb eredményeket értek el, mint a fiúk. A 8-10 éveseknél sem a balfül-fülény, sem a jobbfül-fülény tekintetében nem volt különbség a lányok és a fiúk között. 11-12 éves korban a fiúknál nagyobb mértékű balfül-fülényt és kisebb mértékű jobbfül-fülényt tapasztalt a lányoknál adatolt előfordulásokhoz képest.

A jelen kutatás keresztmetszeti vizsgálat eredményeit ismertette. Ismételten megállapíthatjuk, hogy a dichotikus vizsgálati eljárás egyszerű és relatíve gyors módszer, amely már fiatal óvodáskortól alkalmazható. Ép hallás esetén a visszamondások alapján megállapítható a fül-fülény, és ennek alapján valószínűsíthető az agyfélteke-dominancia is. A jobb és bal fülbe hallott szavak észlelésének, illetve ismétlésének mennyisége utal a figyelem és a memória-működés tényezőire is (a figyelem kognitív kontrolljáról lásd Sætrevik 2012-es tanulmányát). Az életkor-specifikus normák meghatározása nagyon fontos lenne, mert a dichotikus tesztek eredményei hozzájárulnának az atipikus nyelvfejlődés differenciál-diagnosztikájához, és további klinikai célokra is felhasználhatók lennének.

### Irodalom

- Andrade de, Adriana Neves – Gil, Daniela – Martinelli Iorio, Maria Cecilia 2015. Benchmarks for the Dichotic Sentence Identification test in Brazilian Portuguese for ear and age. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology* 81/5. 459–465.
- Asbjørnsen, Arve E. – Helland, Turid 2006. Dichotic listening performance predicts language comprehension. *Laterality* 11. 251–262.
- Baddeley, Alan D. 2001. *Az emberi emlékezet*. Osiris Kiadó, Budapest.
- Best, Catherine T. 1984. Discovering messages in the medium (Speech perception and the prelinguistic infant). In Fitzgerald, Hiram E. – Lester, Barry M. – Yogman, Michael W. (eds.): *Theory and research in behavioral pediatrics*. Plenum Press, New York–London. 97–145.
- Bethmann, Anja – Tempelmann, Claus – De Bleser, Ria – Scheich, Henning – Brechmann, André 2007. Determining language laterality by fMRI and dichotic listening. *Brain Research* 1133. 145–157.
- Bever, Thomas G. 1971. The nature of cerebral dominance in speech behaviour of the child and adult. In Huxley, T. – Ingram, E. (eds.): *Language acquisition: Models and methods*. Academic Press, London. 89–103.
- Billet, Cassandra – Bellis, Teri J. 2011. The relationship between brainstem temporal processing and performance on tests of central auditory function in children with reading disorders. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research* 54. 228–242.

- Bisazza, Angelo – Rogers, L. J. – Vallortigara, Giorgio 1998. The origins of cerebral asymmetry: a review of evidence of behavioural and brain lateralization in fishes, amphibians, and reptiles. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 22. 411–426.
- Bless, Josef J. – Westerhausen, René – von Koss Torkildsen, Janne – Gudmundsen, Magne – Kompus, Kristiina – Hugdahl, Kenneth 2015. Laterality across languages: Results from a global dichotic listening study using a smartphone application. *Laterality* 20. 434–452.
- Brancucci, Alfredo – Babiloni, Claudio – Vecchio, F. – Galderisi, S. – Mucci, A. – Tecchio, F. et al. 2005. Decrease of functional coupling between left and right auditory cortices during dichotic listening: An electroencephalography study. *Neuroscience* 136. 323–332.
- Broadbent, Donald 1954. The role of auditory localization in attention and memory span. *Journal of Experimental Psychology*. 47. 191–196.
- Brobäck, Claes-Göran 1988. *Hemispheric asymmetry and classical conditioning: an experimental study of lateralization of learning*. Reprocentralen Uppsala University, Uppsala.
- Bryden, Philip M. 1970. Laterality effects in dichotic listening: Relations with handedness and reading ability in children. *Neuropsychologia* 8. 443–450.
- Bryden, Philip M. – Allard, Fran A. 1981. Do auditory perceptual asymmetries develop? *Cortex* 17. 313–318.
- Bryden, Philip M. 1988. An introduction to the dichotic listening procedure and its relation to cerebral organization. In Hugdahl, Kenneth (ed.): *Handbook of dichotic listening: Theory, methods and research*. Chichester, UK: Wiley, 75–97.
- Carlsson, Göran – Wiegand, Gert – Stephani, Ulrich 2011. Interictal and postictal performances on dichotic listening test in children with focal epilepsy. *Brain and Cognition* 76. 310–315.
- Dawes, Piers – Bishop, Dorothy V. M. 2010. Psychometric profile of children with auditory processing disorder and children with dyslexia. *Archives of Disease in Childhood* 95. 432–436.
- Dlouha, Olga – Novak, Alexej – Vokřál, Jan 2007. Central auditory processing disorders (capd) in children with specific language impairment (SLI) - Central auditory tests. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology* 71/6. 903–907.
- Doron, Karl W. – Gazzaniga, Michael S. 2008. Neuroimaging techniques offer new perspectives on callosal transfer and interhemispheric communication. *Cortex* 44. 1023–1029.
- Ettinger-Veenstra, Helene M. van – Ragnehed, Mattias – Hällgren, Mathias – Karlsson, Thomas – Landtblom Anne-Marie – Lundberg, Peter – Engström, Maria 2010. Right-hemispheric brain activation correlates to language performance. *Neuroimage* 49. 3481–3488.
- Fernandes, Myra A. – Smith, Mary Lou 2000. Comparing the fused dichotic words test and the intracarotid amobarbital procedure in children with epilepsy. *Neuropsychologia* 38. 1216–1228.
- Fernandes, Myra A. – Smith, Mary Lou – Logan, William – Crawley, Adrian – McAndrews, Mary Pat 2006. Comparing language lateralization determined by dichotic listening and fMRI activation in frontal and temporal lobes in children with epilepsy. *Brain and Language* 96. 106–114.

- Garman, Michael 1990. *Psycholinguistics*. Cambridge, Massachusetts, Cambridge University Press.
- Geschwind, Norman – Galaburda, Albert 1987. *Cerebral lateralization: Biological mechanisms, associations and pathology*. MIT Press, Cambridge.
- Gósy Mária 1996. Agyfélteke-dominancia, beszédészlelés és olvasási nehézség. In Gósy Mária (szerk.): *Gyermekkori beszédészlelési és beszédmegértési zavarok*. Nikol Kiadó, Budapest. 163–176.
- Gósy Mária 1995/2006. *GMP-diagnosztika*. Nikol Kiadó, Budapest.
- Gósy Mária 2005. *Pszicholingvisztika*. Osiris Kiadó, Budapest.
- Gósy Mária – Horváth Viktória 2006. Beszédfeldolgozási folyamatok összefüggései gyermekkorban. *Magyar Nyelvőr* 130/4. 470–482.
- Gósy Mária – Gyarmathy Dorottya 2011. A lateralizáció tipikus és atipikus nyelvfejlődésben. *Alkalmazott Nyelvtudomány* 9/1-2. 65–88.
- Gósy, Mária – Huntley Bahr, Ruth – Gyarmathy, Dorottya – Beke, András 2018. Dichotic listening and sentence repetition performance in children with reading difficulties. *Clinical Linguistics and Phonetics* 32. 115–133.
- Gyarmathy Éva 1998. Tanulási zavarok azonosítása és kezelése az óvodában és az iskolában. *Új Pedagógiai Szemle* 11. 68–76.
- Hagoort, Peter – Indefrey, Peter 2014. The neurobiology of language beyond single words. *Annual Review of Neuroscience* 37. 347–362.
- Hakvoort, Britt – van der Leij, Aryan – van Setten, Ellie – Maurits, Natasha – Maassen, Ben – van Zuijen, Titia 2016. Dichotic listening as an index of lateralization of speech perception in familial risk children with and without dyslexia. *Brain and Cognition* 109. 75–83
- Halpern, Marnie E. – Güntürkün, Onur – Hopkins, William D. – Rogers, Lesley J. 2005. Lateralization of the vertebrate brain: taking the side of model systems. *The Journal of Neuroscience* 25/45. 10351–10357.
- Hámori József 1999. *Az emberi agy aszimmetriái*. Dialóg-Campus Kiadó, Budapest – Pécs.
- Helland, Turid – Asbjørnsen, Arve E. – Hushovd, Aud Ellen – Hugdahl, Kenneth 2008. Dichotic listening and school performance in dyslexia. *Dyslexia* 14. 42–53.
- Hiscock, Merrill 1988. *Behavioral asymmetries in normal children*. Molfese, Dennis L. – Segalowitz, Sidney J. (eds.): *Brain lateralization in children: Developmental implications*. Guilford Press, New York, 85–169.
- Hugdahl, Kenneth 1995. Dichotic listening: probing temporal lobe functional integrity. In Davidson, Richard J. – Hugdahl, Kenneth (eds.): *Brain asymmetry*. Cambridge, MA: MIT Press, 123–156.
- Hugdahl, Kenneth 2003. Dichotic listening in the study of auditory laterality. In Hugdahl, Kenneth – Davidson, Richard J. (eds): *The asymmetrical brain*. MIT Press, Cambridge, MA. 441–466.
- Hugdahl, Kenneth 2011. Fifty years of dichotic listening research – still going and going on. *Brain Cognition* 76. 211–213.
- Hugdahl, Kenneth – Carlsson, Göran – Uvebrant, Paul – Lundervold, Astri J. 1997. Dichotic-listening performance and intracarotid injections of amobarbital in children and adolescents. Preoperative and postoperative comparisons. *Archives of Neurology* 54. 1494–1500.

- Hugdahl, Kenneth – Brønnick, Kolbjørn – Kyllingsbæk, Søren – Law, Ian – Gade, Anders – Paulson, Olaf B. 1999. Brain activation during dichotic presentation of consonant-vowel and musical instruments stimuli: a 15O-PET study. *Neuropsychologia* 37. 431–440.
- Hugdahl, Kenneth – Heiervang, Einar – Ersland, Lars – Lundervold, Arvid – Steinmetz, Helmuth – Smievoll, Alf Inge 2003. Significant relation between MR measures of planum temporale area and dichotic processing of syllables in dyslexic children. *Neuropsychologia* 41, 666–675.
- Jerger, James – Martin, Jeffrey 2004. Hemispheric asymmetry of the right ear advantage in dichotic listening. *Hearing Research* 198. 125–136.
- Kállai János – Bende István – Karádi Kázmér – Racsmány Mihály 2008. *Bevezetés a neuropszichológiába*. Medicina Kiadó, Budapest.
- Kandel, Eric R. – Schwartz James, H. – Jessel Thomas, M. 2000. *Principles of neural science*. McGraw–Hill, New York.
- Kimura, Doreen 1961. Cerebral dominance and the perception of verbal stimuli. *Canadian Journal of Psychology* 3. 166–171.
- Krashen, Stephen D. 1973. Lateralization, language learning, and the critical period: Some new evidence. *Language Learning* 23/2. 63–74.
- Lebel, Catherine – Beaulieu, Christian 2009. Lateralization of the arcuate fasciculus from childhood to adulthood and its relation to cognitive abilities in children. *Human Brain Mapping* 30. 3563–3573.
- Magyari Arthur 1970. A centrális hallópályák vizsgálatának újabb módszere. (Dichotikus discriminációs teszt). *Fül-Orr-Gégégyógyászat* 16. 121–124.
- Meyers, John E. – Roberts, Richard J. – Bayless, John D. – Volkert, Kurt – Evitts, Paul E. 2002. Dichotic listening: Expanded norms and clinical application. *Archives of Clinical Neuropsychology* 17. 79–90.
- Moncrieff, Deborah W. 2010. Hemispheric asymmetry in pediatric development disorders: autism, attention deficit/hyperactivity disorder, and dyslexia. In Hugdahl, Kenneth – Westerhausen, René (eds.): *The two halves of the brain*. The MIT Press, Cambridge, MA, 561–601.
- Moncrieff, Deborah W. 2011. Dichotic listening in children: Age-related changes in direction and magnitude of ear advantage. *Brain and Cognition* 76. 316–322.
- Moncrieff, Deborah – Musiek, Frank 2002. Interaural asymmetries revealed by dichotic listening tests in normal and dyslexic children. *Journal of American Academy Audiology* 13. 428–437.
- Moncrieff, Deborah W. – Wilson, Richard H. 2009. Recognition of randomly presented one-, two-, and three-pair dichotic digits by children and young adults. *Journal of the American Academy of Audiology* 20. 58–70.
- Moncrieff, Deborah – Cohen, David – Porter, Sally 2013. The psychoactive effects of psychiatric medications: The elephant in the room. *Journal of Psychoactive Drugs*, 45. 409–415.
- Musiek, Frank E. 1983. Assessment of central auditory dysfunction: the dichotic digit test revisited. *Ear and Hearing* 4/2. 79–83.
- Obrzut, John E. – Mahoney, Emery B. 2011. Use of the dichotic listening technique with learning disabilities. *Brain and Cognition* 76/2. 323–331.
- Penna, Stefania Della – Brancucci, Alfredo – Babiloni, Claudio – Franciotti, Raffaella – Pizzella, Vittorio – Rossi, Davide – Torquati, Kathia – Rossini, Paolo M. –

- Romani, Gian Luca 2007. Lateralization of dichotic speech stimuli is based on specific auditory pathway interactions: Neuromagnetic evidence. *Cerebral Cortex* 17. 2303–2311.
- Piazza, M. – Gordon, D. P. – Lehman, R. 1985. Reading ability and the development of lateralization of speech. *Language Sciences* 7. 73–84.
- Pléh Csaba 1981. Különböző szórendű mondatok értelmezése és a dichotikus hallási aszimmetriák 3-6 éves gyermekeknél. *Pszichológia* 1/3. 365–393.
- Pléh Csaba – Lukács Ágnes (szerk.) 2014. *Pszicholingvisztika*. 2014. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Reinhardt Melinda 2003. Változik-e az agyfélteke-dominancia kimutathatósága 5 és 10 éves kor között? *Alkalmazott Nyelvtudomány* 3/2. 91–105.
- Riès, Stéphanie K. – Dronkers, Nina F. – Knight, Robert T. 2016. Choosing words: Left hemisphere, right hemisphere, or both? Perspective on the lateralization of word retrieval. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1369/1. 111–131.
- Rosenberg, Gail Gegg 2011. Development of local child norms for the Dichotic Digits Test. *Journal of Educational Audiology* 17. 57–63.
- Steinberg, Dany D. – Nagata, Hiroshi – Aline, David P. (eds.) 2001. *Psycholinguistics: Language, mind and world*. Longman, New York.
- Studdert-Kennedy, Michael – Shankweiler, Donald 1970. Hemispheric specialization for speech perception. *Journal of the Acoustical Society of America* 48. 579–594.
- Sætrevik, Bjørn 2012. The right ear advantage revisited: Speech lateralisation in dichotic listening using consonant-vowel and vowel-consonant syllables. *Laterality* 17. 119–127.
- Sætrevik, Bjørn – Hugdahl, Kenneth 2007. Priming inhibits the right ear advantage in dichotic listening: Implications for auditory laterality. *Neuropsychologia* 45. 282–287.
- Strouse, Anne – Wilson, Richard H. 1999. Stimulus length uncertainty with dichotic digit recognition. *Journal of the American Academy of Audiology* 10. 219–229.
- Tervaniemi, Mari – Hugdahl, Kenneth 2003. Lateralization of auditory-cortex functions. *Brain Research Review* 43. 231–246.
- Thomsen, Tormod – Specht, Karsten – Hammar, Åsa – Nytingnes, Jarle – Erslund, Lars – Hugdahl, Kenneth 2004. Brain localization of attentional control in different age groups by combining functional and structural MRI. *NeuroImage* 22. 912–919.
- Toga, Arthur W. – Thompson, Paul M. 2003. Mapping brain asymmetry. *Nature Reviews Neuroscience* 4/1. 37–48.
- Westerhausen, René – Moosmann, Matthias – Alho, Kimmo – Medvedev, Svyatoslav – Hämäläinen, Heikki – Hugdahl, Kenneth 2009. Top-down and bottom-up interaction: manipulating the dichotic listening ear advantage. *Brain Research* 1250. 183–189.
- Willeford, Jack A. 1977. Assessing central auditory behavior in children: A test battery approach. In Keith, Robert (ed.): *Central auditory dysfunction*. Grune and Stratton, New York. 43–72.

**Dichotic listening in children: Age-specific characteristics**

The successful word recognition depends upon acquiring lexical and phonological representations during language acquisition. The intake of information through the auditory system requires an online integration of differing and potentially competing information presented to the two ears. The goal of the present study was to collect baseline developmental data on the auditory-phonetic processing of words in a dichotic listening task with the participation of 320 Hungarian-speaking children between the ages of 3 and 10. Dichotic listening techniques have been used as a sensitive non-invasive procedure to assess language lateralization. Data were scored for each participant as the percentage (and number) of correctly recalled words for the right and left ear input. In addition, three more calculations were carried to show REA, LEA and NEA with each age group. Results showed a significant increase of the correctly repeated words across ages. The difference between correct scores both in the left and right ears was also significant. As expected, more correctly recalled words were found heard in the children's right ear than in their left ear as the effect of the right ear advantage. The dichotic listening method seems to be a good way to detect the auditory-phonetic abilities of typically developing children including their interactions with memory and attention across ages.