

GÓSY MÁRIA – GYARMATHY DOROTTYA

MTA Nyelvtudományi Intézet, Fonetikai Osztály

*gosity@nytud.hu; gyarmathyd@nytud.hu***A lateralizáció tipikus és atipikus nyelvfejlődésben**

Anatomical and functional hemispheric lateralization shows close connection with language acquisition. Numerous studies suggest that children with developmental dyslexia and atypical language development are less likely to show lateralised activation during the processing of verbal information than controls. We hypothesized that children with learning difficulties show less developed hemispheric lateralization than those who do not have such difficulties in school. Dichotic listening technique has been used to assess language lateralization among children with and without learning difficulties (altogether 160 participants, ages between 7 and 10). In addition, acoustic-phonetic, morfofonológiai and serial perception were also checked with them by means of the GMP standardized diagnostic procedure. Results confirmed that right-ear advantage can be detected in all experimental groups. However, the number of words correctly repeated in respective single ears were larger in children without learning difficulties than those with learning difficulties. The interrelation of learning ability and lateralization was variable depending on perception processes and ages.

Bevezetés

A bal és a jobb agyfélteke sajátos funkciómegoszlásban működik együtt. Mindkét félteke részt vesz a beszéd produkciójában és feldolgozásában, a részvételük mértéke és bizonyos sajátosságaik azonban eltérőek. A beszédközpontok – az emberek jelentős részénél – a bal agyféltekében találhatóak (Garman, 1990; Damasio *et al.*, 1996; Horváth, 2001; Hugdahl – Davidson, 2003; Changeux, 2004; Hámori, 2005; Hugdahl *et al.*, 2008). A koponyalenyomatokból is kikövetkeztethető agyi aszimmetria (lateralizáció) száz-, százötvenezer évvel ezelőtt, a neander-völgyi embernél alakult ki, és kimutatható a cro-magnon-i embereknél is. A két félteke működési és morfológiai aszimmetriáját azonban csak a 19-20. században tudták bizonyítani (Sperry, 1982; Hámori, 1996, 2005). Suigura és munkatársai (2011) hat és tíz év közötti japán anyanyelvű gyermekekkel végeztek kísérletet az agyi aszimmetria működését vizsgálva. Az eredményeik azt igazolták, hogy a ritkán használt, illetve új szavak esetében nagyobb aktivitást tapasztaltak a jobb agyféltekében, míg a gyakori, jól ismert szavaknál a bal agyféltekében. Az agyi aszimmetria tényét a nyelvre vonatkozóan ezek az eredmények bizonyos fokig új megvilágításba helyezik. Az agyfélteke-dominancia ténye jól ismert; nyelvi feladatok végzése során az agy sokkal erősebben aktiválódik a bal oldalon, mint a jobb oldalon (Tervaniemi – Hugdahl, 2003). Ennek az egyértelmű és pontos magyarázatával azonban még adós a tudomány. A két ismert feltevés közül az egyik a spektrálisan gazdag és időben gyorsan változó hangok feldolgozását bal agyféltekei specializációnak tekinti. A másik hipotézis

szerint a bal félteke tartalmaz egy fonémafeldolgozási modult (Shtyrov *et al.*, 2005). A beszédhangok fizikai jellemzői tehát azért határozzák meg a bal oldali dominanciát, mert ezek időben gyorsan változnak és széles frekvenciatartományban realizálódnak. A beszédhangok feldolgozása tehát a bal agyféltekében történik, míg az időben lassan változó nyelvi jelek, például a dallammenet, erőteljesebben aktiválják a jobb agyféltekét (vö. pl. Zatorre *et al.*, 2002). Kísérleti eredmények alapján valószínűsítik, hogy a nyelvi lateralizáció olyan fonémaértékű beszédhangsorozatokkal hozható kapcsolatba, amelyek jelentésszerű egységeket, azaz szavakat alkotnak (Shtyrov *et al.*, 2005).

A nyelv és a beszéd folyamatainak működtetésében a balféltekei dominancia az emberek döntő többségére jellemző, életkortól függetlenül. A bal agyfélteke dominánssá válása a nyelv és a beszéd vonatkozásában fejlődés eredménye, bár a pontos életkort illetően nincs egységes vélemény (Best, 1984). Az sem elképzelhetetlen, hogy a különböző nyelvek szerkezete, esetleg hangzása eltérően befolyásolja ezt a folyamatot. Egyre gyakrabban foglalkoznak a figyelem tényével a jobbfül-főlényt magyarázataként. Elsőként Kinsbourne vetette fel a figyelem és a lateralizáció kapcsolatának lehetőségét (1970). Feltételezhető ugyanis, hogy mindkét félteke az ellentétes oldalra irányítja a figyelmet; mivel azonban a bal agyfélteke felelős a nyelvi folyamatokért, ezért a figyelem főként a jobb fülből érkező információk felé irányítódik. A hipotézist azonban nem sikerült kísérletileg igazolni (Foundas *et al.*, 2006). Az agyfélteke-dominancia meglétét a corpus callosum (kérgegestest) funkciójával is magyarázzák. Azt valószínűsítik, hogy a kérgegestest anatómiailag egyéni eltéréseket is mutathat, és ez esetleg háttérrel van a lateralizációra (Beaton *et al.*, 2000; Westerhausen – Hugdahl, 2008; Westerhausen *et al.*, 2011).

Tényként elfogadott, hogy az agyfélteke-dominancia genetikailag adott és egyben fejlődik is (Kinsbourne, 1976; Molfese – Betz, 1988). Az agyféltekei aszimmetria már csecsemőknél is kimutatható (Glanville *et al.*, 1977); a jobbfül-főlényt hároméves gyermekeknél is adatolták egy kanadai vizsgálatban (Ingram, 1975; Best, 1984; Hiscock, 1988), illetve japán gyermekeknél négyéves korban (Nagafuchi, 1970). Egy egészen új kutatás már magzati korban is képes volt az agyi aszimmetriát kimutatni, amelynek jelentőségét abban látják, hogy az atipikus lateralizáció korai kimutatása az ezzel kapcsolatos (később megjelenő) zavarok felismerésének előjelzésére szolgálhat (Kasprian *et al.*, 2011). Több kutatás eredményei alapján úgy tűnik, hogy a dichotikus tesztekkel (l. lejjebb) kapott, a lateralizációra vonatkozó adatok nem változnak 6 éves kor után (vö. pl. Hynd – Obrzut, 1977). Az elvárás tipikus fejlődés esetén az, hogy 6-7 éves korban a lateralizáció kimutatható legyen (Speaks, 1988); a dominancia megszilárdulása azonban akár tízéves korig is elhúzódhat. Iskolásokkal végzett dichotikus vizsgálatok egyértelmű jobbfül-főlényt igazoltak, és az adatok nem mutattak módosulást az életkor függvényében (Bryden – Allard, 1981). Több kutatási eredmény szerint ugyanakkor a tipikus fejlődésű gyermekekre az életkor előrehaladtával a funkcionális aszimmetria fokozódása a jellemző (pl. Hugdahl

et al., 1995). További kísérletek is azt igazolták, hogy noha az agyi aszimmetria nem változik az életkorral, a jobbful-fölény erősödése egyértelműen kimutatható; a 6 és 10 év közötti tanulók több nyelvi jelet tudtak pontosan visszaadni az életkor növekedésével (Obrzut *et al.*, 2001). Carlsson és munkatársainak tipikus fejlődésű 9 és 14 évesekkel végzett vizsgálatában a gyermekek 20%-ánál nem volt kimutatható agyfélteke-dominancia (2011). A vizsgálatok többsége nem mutatott különbséget a lateralizációban a nemek tekintetében, de voltak olyan eredmények, amelyek szerint a fiúk kevésbé pontosan teljesítettek a dichotikus tesztben, mint a lányok, különösen a bal fülbe érkező szavak visszamondásakor (Moulden – Persinger, 2000).

Az agyfélteke-dominancia kimutatására a nyelvre vonatkozóan éppen ötven évvel ezelőtt Doreen Kimura fejlesztett ki egy noninvazív eljárást (1961, 1967), a dichotikus teszt módszerét, amelyet azóta is különféle vizsgálatokban, különböző célokkal alkalmaznak (pl. Zatorre, 1989; Wexler – King, 1990; Cowell – Hugdahl, 2000; Meyers *et al.*, 2002; Brancucci *et al.*, 2004). (A „dichotikus” szó jelentése: ’egyidőben két különböző akusztikai jel hallgatása’.) Broadbent már 1954-ben alkalmazta a dichotikus technikát, amikor repülésirányítók figyelmi terhelését igyekezett stimulálni, tekintettel arra, hogy ők egyidejűleg többféle információt is hallanak. A magyar audiológiai szakirodalomban a centrális hallópályák működését igyekeztek dichotikus tesztel vizsgálni felnőtteknél (Magyari, 1970).

A módszer azon a klasszikus vagy strukturális modellen alapszik, amely szerint a jobb fül perifériás receptorai a kontralaterális kapcsolatokon keresztül érik el a bal oldali halántéki kérget (Foundas *et al.*, 2006). A jobbful-fölényt az aszimmetrikus anatómiai kapcsolatok és a bal agyféltekének a nyelvre vonatkozó dominanciája eredményezi. Ez azt jelenti, hogy az emberek döntő többsége a mindkét fülükbe egyidejűleg közvetített beszédjelek közül többet mondanak vissza pontosan a jobb fülükbe érkezőkből. A dichotikus tesztek mindennek megfelelően alkalmasak az agyi aszimmetria, illetve az agyfélteke-dominancia kimutatására. Korszerű képalkotó- és egyéb agyi vizsgálatokkal igazolták a dichotikus tesztek eredményeit (pl. Thomsen *et al.*, 2004). Az eseményhez kötött agyi potenciál vizsgálatok is megerősítették a jobbful-fölény, illetve a bal agyféltekei dominancia összefüggését (Ahonniska *et al.*, 1993). A dichotikus tesztek a nyelvi funkciókkal kapcsolatos cerebrális és hallási feldolgozás mérőeszközeiként is jól használhatók (pl. Hugdahl *et al.*, 1997).

Az atipikus nyelvi fejlődéssel kapcsolatban már évtizedekkel ezelőtt felmerült a lateralizáció esetleges problémája, nem megfelelő kialakultsága, avagy késése. Orton (1937) szerint a diszlexiás gyermekeknél valamiféle organikus ok feltételezhető, amely megakadályozza az egyik agyfélteke dominánssá válását, legalábbis a nyelvi képességek irányításában. Ez utóbbival kapcsolatosan ma is számos igazolás olvasható a szakirodalomban. A diszlexiás gyermekek nagyobb részénél ugyanis nem sikerült egyértelműen kimutatni a domináns agyféltekét. Spanyol anyanyelvű diszlexiás gyermekeknél 42,5%-ban találtak nem kimutat-

ható agyfélteke-dominanciát, ugyanez a kontroll csoportban csak 7,5%-ban fordult elő (Olivares-García *et al.*, 2005). A jól olvasóknál – szemben a vizsgált diszlexiásokkal – szignifikánsan nagyobb, N100 amplitúdót mutattak ki a bal féltekében a dichotikus teszt során. A diszlexiásoknál nem volt az amplitúdóban különbség a két féltekében (Brunswick – Rippon, 1994). Egy újabb kutatásban anatómiai különbségeket találtak a nyelvért felelős területen azoknak a tizenéveseknek az agyában, akiknél a jobbful-fölény nem volt kimutatható (Knaus *et al.*, 2010). Specifikus nyelvi zavar és olvasási nehézség esetén is nagyobb mértékben találtak nem kimutatható agyfélteke-dominanciát (Pecini *et al.*, 2005; Wehner *et al.*, 2007). Magyar anyanyelvű, olvasási nehézséggel küzdő iskolásoknál közel 66%-ban találtak nem kimutatható agyfélteke-dominanciát (Gósy, 1996).

A tanulási nehézség okaiként, illetve kiváltójaként számos tényezőt határoztak meg az elmúlt évtizedekben. A jelenleg legelfogadottabb nézet szerint ennek a specifikus kognitív problémának a hátterében a neurális integráció fejlődési zavara áll (amit egyébként már évtizedekkel ezelőtt is valószínűsítettek; vö. Obrzut – Mahoney, 2011). Az agyi aszimmetria vizsgálata tanulási nehézséget mutató gyermekeknél ellentmondásos eredményekhez vezetett, aminek többféle oka is lehet, például az, hogy a 'tanulási nehézség' értelmezése nem volt egyöntetű a különféle kutatásokban, avagy a dichotikus tesztekben alkalmazott nyelvi jelek (hangkapcsolat, szó, szám, mondat, dallam) különböztek (Roeser *et al.*, 1983; Dermody *et al.*, 1983; Hynd *et al.*, 1983; Obrzut *et al.*, 1985; Obrzut, 1995). Angol anyanyelvű, tanulási nehézséggel küzdő gyermekek és kontroll csoportok agyfélteke-dominanciáját vizsgálták dichotikus tesztel. Szignifikáns különbséget találtak a kontroll és a tanulási nehézséget mutató tanulók teljesítménye között (7 és 12 éves kor között). Feltételezéseik szerint ennek oka egyrészt a tanulási problémás gyermekek beszédfeldolgozási folyamataiban, másrészt a kevésbé jó figyelemkoncentrációban keresendő (Obrzut – Mahoney, 2011). A hallott közlések feldolgozásának korlátozottsága a hallássérülteknél hatással van a lateralizáció kialakulására, ami felveti a kritikus fejlődési szakasz kérdését (Marcotte – Morere, 1990). Magyar anyanyelvű, nagyothalló, hallókészüléket viselő, 6–8 éves gyermekek mintegy kétharmadánál nem tudtak agyfélteke-dominanciát kimutatni, szemben a kontroll gyermekekkel, ahol ez az arány jóval kisebb volt (Balázs *et al.*, 1996).

Az eddigi kutatási eredmények tehát bizonyos összefüggéseket valószínűsítnek és igazolnak az atipikus anyanyelvi fejlődés, a tanulási nehézségek és a lateralizáció között. Jelen kutatásunk alapkérdése az volt, hogy vajon magyar anyanyelvű iskolásoknál tanulási nehézség esetén, illetve a kontrollcsoportokban található-e összefüggés az agyi aszimmetriát tekintve. Tekintettel arra, hogy a tanulási nehézséget mutató tanulónál különféle mértékű elmaradásokat találunk a beszédpercepció folyamatokban, a kérdés úgy is feltehető, hogy a beszédészlelés egyes folyamatainak nem életkor-specifikus működése (azaz atipikus fejlődése) mutat-e összefüggést az agyfélteke-dominancia kialakulásával,

illetőleg a jobbfül-fölénnyel. Hipotézisünk szerint a tanulási zavart nem mutató tanulóknál nagyobb mértékben lesz kimutatható a kialakult agyfélteke-dominancia, illetőleg több lesz a helyesen ismételt szavak száma, különösen a jobb fülbe érkező lexémák tekintetében (dichotikus teszt alkalmazásával). Kutatásunkban tipikus és atipikus fejlődésű, kisiskolás gyermekek eredményei alapján vizsgáltuk az agyfélteke-dominancia, illetve a fülfölény és a beszédészlelési folyamatok működése között fennálló összefüggéseket.

Kísérleti személyek, anyag, módszer

A vizsgálatban 160 gyermek vett részt, 6 és 10 év közöttiek; korosztályonként 20 tanulási nehézséggel küzdő és 20 kontroll kisiskolás. A tanulási nehézséggel küzdő tanulók a tanító minősítése alapján kerültek a vizsgálati csoportba. Ennek kritériuma az olvasás- és az írástanulás nehezítettsége volt, illetve az, hogy ezek a gyermekek jelentős elmaradást mutattak a többi gyermekhez képest. Mindez nagymértékben kihatott a többi tantárggyal kapcsolatos tanulási folyamataikra is. Atipikus fejlődésűnek tekintettük őket, mivel az anyanyelvi beszédpercepciók folyamataik ugyancsak elmaradtak az életkorukban elvárt szinttől, és ez alapvetően befolyásolja a tanulási folyamataikat (vö. pl. Gósy, 1996; Grácsi *et al.*, 2007). A kontroll gyermekek életkorukat tekintve megfeleltek az atipikus fejlődésűeknek, náluk semmilyen tanulási nehézség nem volt adatolható. Valamennyi gyermek ép értelmű és ép halló volt. Minden csoportban egy vagy két gyermek írt bal kézzel. A vizsgálat sorozatot megelőzően 20 tipikus fejlődésű 4 és 5 éves óvodás gyermek lateralizációjának adatait is feldolgoztuk az összehasonlítás érdekében.

A kéz-, a fül-, illetőleg az agyfélteke-dominancia megállapítása a GMP beszédpercepciók diagnosztika 13-as és 19-es tesztjeivel történt. A lateralizáció kimutatására dichotikus tesztet alkalmaztunk. A vizsgálat során a gyermek a jobb és a bal fülébe egyidejűleg (azonos intenzitáson) különböző szavakat (pl. *sár – zár, alma – répa*) közvetítettünk fülhallgatón keresztül. A klasszikus dichotikus tesztnek megfelelően az első részben 5-5 szót hallott a gyermek a két fülében, majd egymást követően 10-10 szót. Utóbbiakat úgy, hogy 2-2 szó között nem volt szünet, az ismétléseket a négy szó elhangzását követően vártuk (1. ábra). A szavakat férfi bemondóval rögzítették, az egyes szavak, illetve szópárok között 4 mp-nyi csendes szünetet hagytak. A gyermek feladata az volt, hogy ismétlje meg a hallottakat úgy, hogy mindkét fülére figyel. A visszamondott (ismételt) szavak sorrendjét tesztalapon jelöltük. A fülpreferencia megállapítására a jobb és a bal fülbe közvetített szavak helyes ismétléseinek számát adatoltuk. Az agyfélteke-dominancia megállapítására kétféle számítást végeztünk. a) A klasszikus értékelés szerint az ötször 2-2 pár szót vettük figyelembe. Megnéztük, hogy az elsőként elhangzott 2-2 pár szóban volt-e olyan, amelyet a gyermek elsőként ismételt (ha igen, azt 1-es számmal jelöltük; vö. 1. ábra). A dominanciát akkor tekintettük megállapíthatónak, ha az 1-essel jelölt szavak

száma az egyik fülbe közvetítettek közül 4 vagy 5 volt. b) A korrigált értékelés szerint ezek mellett figyelembe vettük az első öt pár szó visszamondásait is, itt is az elsőként ismételtet értékeltük.

Bal fül		Jobb fül	
sár	1	zár	-
alma	2	répa	1
motor	1	gomba	2
tányér	1	játék	2
banán	2	pohár	1

mozdony	1	malom	2
kocka	3	barack	4
macska	2	málna	1
kesztyű	4	fésű	3
banán	3	kabát	1
villa	2	répa	4
alma	4	sapka	1
citrom	3	cipő	2
tányér	2	játék	1
csiga	3	béka	4

1. ábra: A GMP 19 dichotikus teszt kitöltött tesztlapja

A beszédészlelés akusztikai-fonetikai és morfofonológiai szintjeinek működését a GMP 2-es és 5-ös tesztekkel, míg a szeriális észlelést a 10-es teszttel vizsgáltuk. A GMP 2-ben a gyermekeknek ún. fehér zajjal (jel/zaj viszony: 4 dB) elfedett, szabad hangtérben közvetített mondatokat kell visszamondaniuk (pl. *A sütemény nagyon finom volt.*). A GMP 5-ös teszt gyorsított mondatok segítségével vizsgálja az egyes észlelési szintek működését. A mondatokat férfi bemondóval rögzítették természetes ejtésben, majd műszeresen az eredeti mondatok tempójához képest 20%-kal felgyorsították. A tíz mondat átlagos tempója így 15 hang/s lett, ami az átlagosnak tekinthető köznyelvi magyar beszédtempónál kissé gyorsabb. Az utóbbi teszt mondatainak egy része jelentésében és grammatikai szerkezetét tekintve bonyolult, így bizonyos mértékben kizárja a felsőbb szintek működését a dekódolásban (pl. *Őt is beidéztek a tárgyalásra?*). A szeriális vagy sorozatészlelést értelmetlen hangsorok, ún. logatomok visszamondatásával vizsgáljuk (pl. *siszidami, bakögy*). Valamennyi tesztben a gyermek feladata az elhangzott nyelvi jelek azonnali ismétlése. Az elvárt teljesítmény – a sztenderd értékeknek megfelelően – hétéves kortól mindhárom tesztben 100%. A kísérletsorozatban először a GMP 2-es, 5-ös és 10-es tesztjeit vetjük fel, majd a kezességet ellenőriztük, végül a dichotikus tesztet alkalmaztuk.

Az egyes percepciós tesztek, illetve a lateralizáció eredményeinek összehasonlító statisztikai elemzéséhez az SPSS 13.0 verziószámú szoftvert használtuk. Az adatokat egytényezős, illetve többtényezős ANOVA-val, párosított *t*-teszttel elemeztük, továbbá χ^2 -próbát és korrelációelemzést (95%-os szignifikanciaszinten) végeztünk.

Eredmények

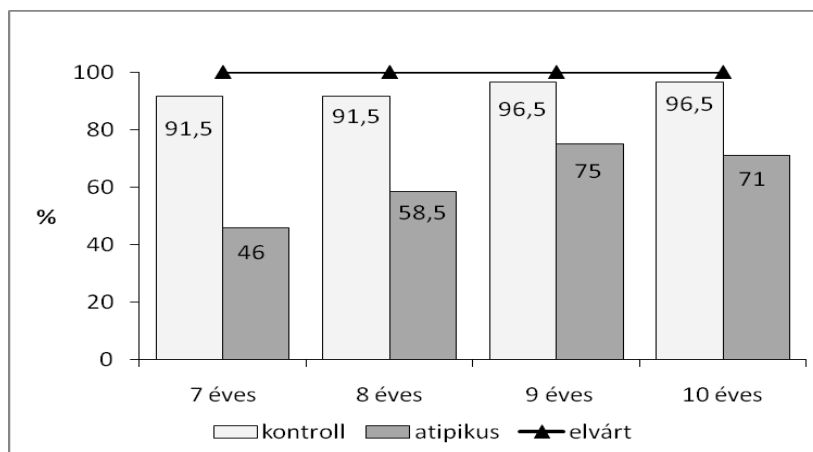
Beszédpercepciós folyamatok

Az akusztikai-fonetikai észlelés (GMP 2) a beszédfeldolgozás első szintje, amelynek során választ kapunk arra, hogy az elhangzott közlés mint akusztikai jelsorozat milyen paraméterekkel jellemezhető (pl. időtartam, frekvencia-összetevők, intenzitás stb.). Ennek az elsődleges elemzésnek az adataira épül a fonetikai osztályozás, amelynek során nyelvspecifikus fonetikai szempontból ítéljük meg a bejövő beszédjelet, amelyet beszédhangokra, hangkapcsolatokra bontunk (Gósy, 2005). A beszédészlelés ezen szintjeinek megfelelő működése elengedhetetlenül fontos például az írott nyelv (olvasás, írás) megtanulásának szempontjából is. Az összesített eredmények alapján megállapítható, hogy sem a tanulási nehézséggel küzdő, sem a kontroll csoportba tartozó gyermekek nem érik el csoportszinten az életkoruknak megfelelő értéket. Az egyéni különbségek azonban minden csoportban nagyok (2. ábra és 1. táblázat).

A tipikus fejlődésű kisiskolásoknál életkortól függetlenül a legjobb teszt-eredmény 100%, a leggyengébb 80% volt. A hétévesek közül 7 gyermek 100%-os, 9 gyermek 90%-os, 4 pedig 80%-os eredményt ért el; a nyolcévesek közül 8-an teljesítettek hibátlanul, 7-en 90%-osan, 5-en 80%-osan. Az idősebbek esetében az észlelési teljesítmény javulása figyelhető meg, ami az iskolai oktatás pozitív hatásának is köszönhető, de a húsz gyermek átlagteljesítménye még így is kismértékben elmarad az elvárttól. A kilenc- és a tízévesek többsége (mindkét csoportban 14-14 tanuló) eléri a 100%-os teljesítményt. Ezekben a csoportokban 5-5 gyermeknél adatoltunk 90%-os, és 1-1 gyermeknél 80%-os teljesítményt.

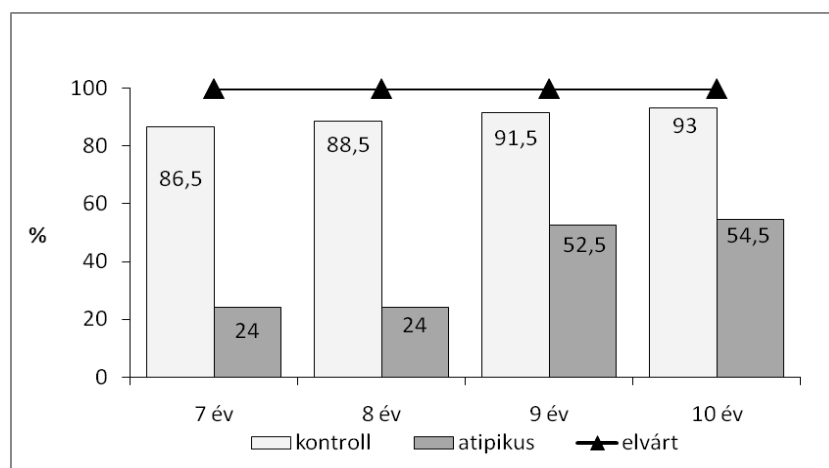
A tanulási nehézséggel küzdő gyermekeknél ugyancsak megfigyelhető bizonyos fokú fejlődés az életkor előrehaladtával, de az elmaradásuk mind az elvárt szinthez, mind a kontroll csoporthoz képest nagyon nagy (30–50%). A hét- és a nyolcévesek közül egyetlen gyermek sem ért el 100%-os teljesítményt. Mindössze egy gyermeknél adatoltunk 80%-os eredményt, ketten-ketten értek el 70%-ot, illetve 0%-ot, öten 60%-ot, hárman-hárman 30%-ot, illetve 50%-ot, négyen pedig 40%-ot. A nyolcévesek teljesítménye 12,5 százalékponttal jobb, mint a hétéveseké; az előbbieik közül két gyermek nyújtott 80%-os, szintén kettő 40%-os, öt 70%-os, hat 60%-os, négy 50%-os, egyetlen gyermek pedig 20%-os teljesítményt. A kilenc- és tízéves kisiskolások összesített eredményei alig különböznek egymástól: mindkét korcsoportban 3-3 gyermek teljesített 100%-osan; a leggyengébb eredmény a kilencéveseknél 0%, a tízéveseknél 30% volt, ez azonban csak egy-egy gyermeket érintett. A kilencévesek közül 90%-os telje-

sítményt három, 80%-osat négy, 70%-osat hét, míg 60%-osat két gyermek nyújtott. A tízévesek eredményei még változatosabb képet mutatnak: két-két gyermek ért el 90%-ot, illetve 60%-ot, négy-négy 80%-ot és 70%-ot, három-három 100%-ot és 50%-ot, míg egy-egy tanuló 40%-ot, illetve 30%-ot. Megállapítható, hogy a tipikus fejlődésű gyermekek eredményei nem csupán jobbak, de sokkal homogénebb csoportot is alkotnak, mint atipikus fejlődésű társaik (vö. 2. ábra).



2. ábra: Az akusztikai-fonetikai észlelés (GMP2) eredményei tipikus és atipikus fejlődésű gyermekeknél

A beszédészlelési folyamat legfelső szintje a fonológiai észlelés, ahol megtörténik a fonémadöntés, valamint a (morfo)fonológiai szabályok realizálódásának felismerése. A jelen kutatásban vizsgált gyermekek átlagteljesítménye sem a kontroll csoportokban, sem a tanulási nehézséggel küzdőknél nem érte el az elvárt szintet, de az életkor előrehaladtával mindenütt megfigyelhető bizonyos mértékű fejlődés (3. ábra). Mind a tipikus, mind pedig az atipikus fejlődésű gyermekeknél nagyok az egyéni különbségek minden életkori csoportban. A kontroll csoportokban 100% volt a legjobb eredmény, míg a leggyengébb 80%. A hétévesek közül öt gyermek ért el 100%-os, három 90%-os, 12 pedig 80%-os eredményt; a nyolcévesek közül ötnél hibátlan, hétnél 90%-os és nyolcnál 80%-os teljesítményt adatoltunk. A kilencéveseknél kilencen, a tízéveseknél nyolcan érték el az elvárt szintet. 90%-os teljesítményt 5 kilencéves és 10 tízéves gyermek nyújtott, 80%-ot az előbbieik közül hatan, az utóbbiak közül ketten értek el.

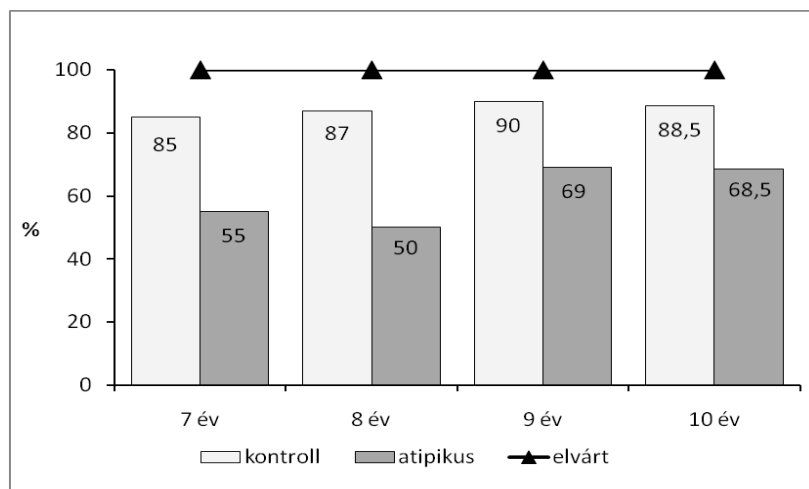


3. ábra: A morfofonológiai észlelés (GMP 5) átlageredményei a tipikus és az atipikus fejlődésű gyermekeknél

A tanulási nehézséggel küzdőknél egyik életkori csoportban sem fordult elő olyan gyermek, aki elérte volna a 100%-os teljesítményt; a legjobb eredményt, 90%-ot egy kilenc- és egy tízéves tanulónál adatoltuk. Három-három 7, illetve 8 éves gyermek teljesített 0%-kal. Megállapítottuk, hogy a 7-8 évesek, illetve a 9-10 évesek eredményei nagymértékben különböznek; az idősebbek csaknem kétszer olyan jól teljesítettek, mint a fiatalabbak. Ez a nagymértékű fejlődés valószínűsíthetően az intézményes oktatásnak köszönhető, továbbá az is feltételezhető, hogy ekkorra a gyermekek már kialakult kompenzációs stratégiákkal rendelkeznek a korlátaik ellensúlyozására. A hétéves, tanulási nehézséggel küzdő kisiskolások közül egy-egy gyermek ért el 60%-os, illetve 50%-os eredményt, kettő 40%-ot, hat 30%-ot, négy 20%-ot és három-három 10%-ot, illetve 0%-ot. A nyolcéveseknél a legjobb eredmény 70% volt, de az egyéni különbségek szintén nagyok. A legtöbb gyermek eredménye 0% és 30% között szóródik. A kilenc- és a tízéveseknél egy-egy gyermeknél előfordult 90%-os teljesítmény, de a többség eredménye egyik csoportban sem haladta meg az 50%-ot. Az atipikus fejlődésű gyermekek eredményei ebben a tesztben is sokkal tágabb értéktartományban szóródnak, mint a tipikus fejlődésű társaiké (vö. 1. táblázat).

A sorozatészlelés, azaz a szerialitás felismerési és reprodukálási képessége elengedhetetlenül fontos mind a hangzó, mind az írott nyelv elsajátításában, valamint a mentális lexikon életkor-specifikus kiépülésében. Az összesített eredményekből az látszik, hogy a kontroll csoportba tartozó gyermekek számára ez a teszt is meglehetősen nehéznek bizonyult; a legjobb csoportszintű átlagteljesítmény is csupán 90%-os volt, amit a kilencéveseknél adatoltunk. Az egyéni teljesítményeket elemezve, mind a négy életkori csoportban több gyermek nyújtott 100%-os teljesítményt: a hét- és a kilencéveseknél heten-heten, a nyolcéveseknél hatan, a tízéveseknél pedig a csoport fele. A leggyengébb eredmény a hétéveseknél 40%, a nyolc-, a kilenc- és a tízéveseknél 60% volt. Az előző tesztekhez képest a kontroll csoport eredményei kevésbé homogének, de a gyermekek

90-95%-a 70% és 100% közötti eredményt ért el. Az életkor növekedésével ennek a folyamatnak a működésében is fejlődést tapasztalunk (4. ábra).



4. ábra: A szeriális észlelés (GMP 10) átlageredményei a tipikus és az atipikus fejlődésű gyermekeknél

A tanulási nehézséggel küzdő tanulónál elkülönül a 7-8 évesek, illetve a 9-10 évesek csoportja; az utóbbiak csaknem 15-20 százalékponttal jobb átlagteljesítményt nyújtottak. Ahogy a gyermekek fokozatosan haladnak előre iskolai tanulmányaikban, a sorozatészlelési képességük is javul, de célzott fejlesztés hiányában még harmadik és negyedik osztályban is több mint 30%-os elmaradást mutat. Az egyéni teljesítmények az eddigiekhez hasonlóan meglehetősen szerteágazók; a 7 és a 10 éveseknél 10% és 100%, a 8 éveseknél 10% és 80%, a 9 éveseknél pedig 30% és 100% között szóródnak. Az elvárt teljesítményt csupán hat gyermek érte el a 80-ból: 3 hétéves, 2 kilencéves és 1 tízéves. A statisztikailag kimutatott átlagos eltérés értékeit az 1. táblázat tartalmazza az egyes életkorokban az atipikus és a tipikus fejlődésű gyermekek csoportjaiban.

1. táblázat: A beszédészlelési folyamatok átlagos eltéréseinek adatai életkoronként és csoportonként (atip. = atipikus csoport, kontr. = kontrollcsoport)

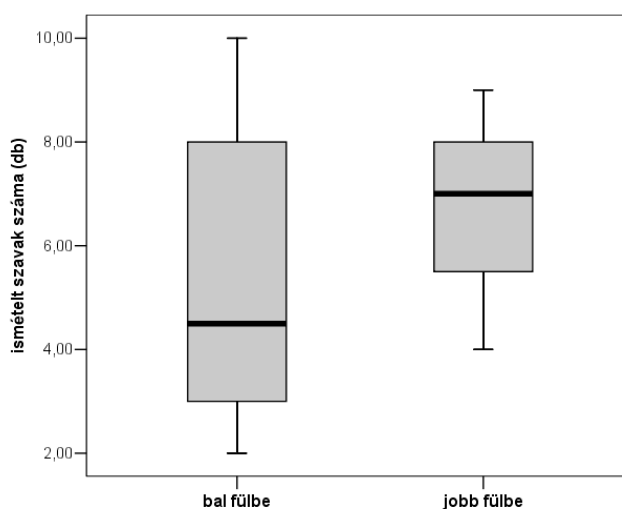
Beszédészlelési folyamat	Az átlagos eltérés adatai (%)							
	7 évesek		8 évesek		9 évesek		10 évesek	
	atip.	kontr.	atip.	kontr.	atip.	kontr.	atip.	kontr.
akusztikai-fonetikai	21,12	8,12	14,6	8,12	22,33	5,87	20,23	5,87
morfofonológiai	16,35	8,12	19,84	8,12	20,00	8,75	18,48	6,56
szeriális	28,19	17,7	21,52	11,28	17,44	11,23	23,68	13,86

Az átlagos eltérés is jól szemlélteti a tanulási nehézséggel küzdő és a kontroll gyermekek csoportjaiban tapasztalt egyéni különbségeket. Valamennyi korcsoportban, mindhárom beszédpercepciósi folyamatban jóval nagyobb a szórás az atipikus fejlődésű tanulók esetében, mint a kontroll csoportokban. Ez egyben

arra a tényre is utal, hogy az „általánosan” tanulási nehézséget mutató gyermekek igen nagy individuális különbségeket mutatnak a beszédészlelésben, és ez különféleképpen hat a tanulási folyamataikra. A tanulási nehézség mint szubjektív meghatározás tehát meglehetősen heterogén gyermekcsoportot takar.

A lateralizáció

Az iskolások vizsgálatát megelőzően húsz 4-5 éves **óvodás** gyermekkel vetük fel a dichotikus tesztet. Eredményeik alapján képet kaphattunk egy az iskoláskort megelőző életkorú gyermekcsoport átlagos teljesítményéről ugyanazon tesztfeladatban. Az óvodások a lehetséges háromszázból 103 szót ismételték meg helyesen a bal fülükbe érkezők közül (átlag: 5,1) és 136 szót (átlag: 6,8) a jobb fülbe közvetítettek közül. Ez azt jelenti, hogy a bal fülbe érkezők 34,3%-át, a jobb fülbe érkezők 45,3%-át ismételték meg. Az agyi aszimmetria csoportszinten igazolódott. A legtöbb szó, amit az egyik fülükben hallottakból visszamondtak, tíz volt, a legkevesebb pedig kettő. A statisztikai elemzés szignifikáns különbséget igazolt a bal és a jobb fülbe közvetített szavak visszamondásában (párosított t -teszt: $t(19)=-2,394$; $p=0,027$). Az egyéni különbségek meglehetősen nagyok (5. ábra).



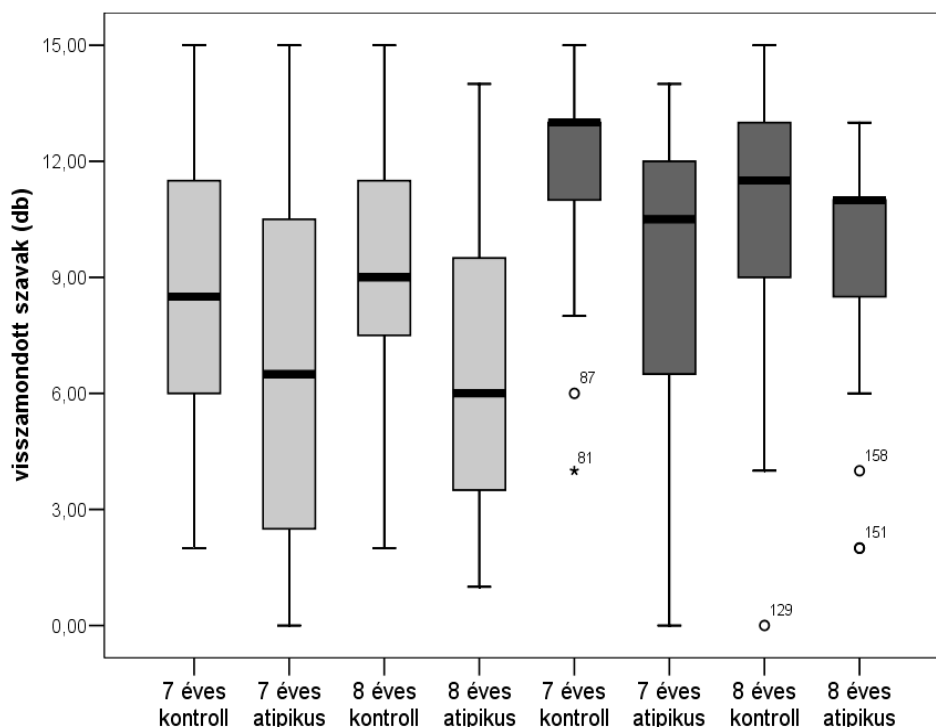
5. ábra: A négy- és öt éves óvodásokkal felvett dichotikus teszt eredményei

A fülpreferenciát tekintve a húsz gyermek közül 10 mutat jobbfül-fölényt (50%), 6 balfül-fölényt (30%) és 4 óvodásnál (20%) nem volt különbség ebben. Az agyfélteke-dominancia korrigált értékelése szerint 11 óvodásnál nem volt kimutatható dominancia (55%), 5 gyermeknél jobb (25%), 4 gyermeknél pedig bal agyféltekei dominanciát (20%) mutattak az adatok.

Az **iskolások** adatait is elsőként a fülpreferencia szempontjából elemeztük. Mind a tipikus, mind az atipikus fejlődésű gyermekek csoportszinten több szót mondtak vissza a jobb fülükbe közvetítettek közül. A kontroll csoportba tartozók azonban minden esetben és minden életkorban több szót ismételték, mint a ta-

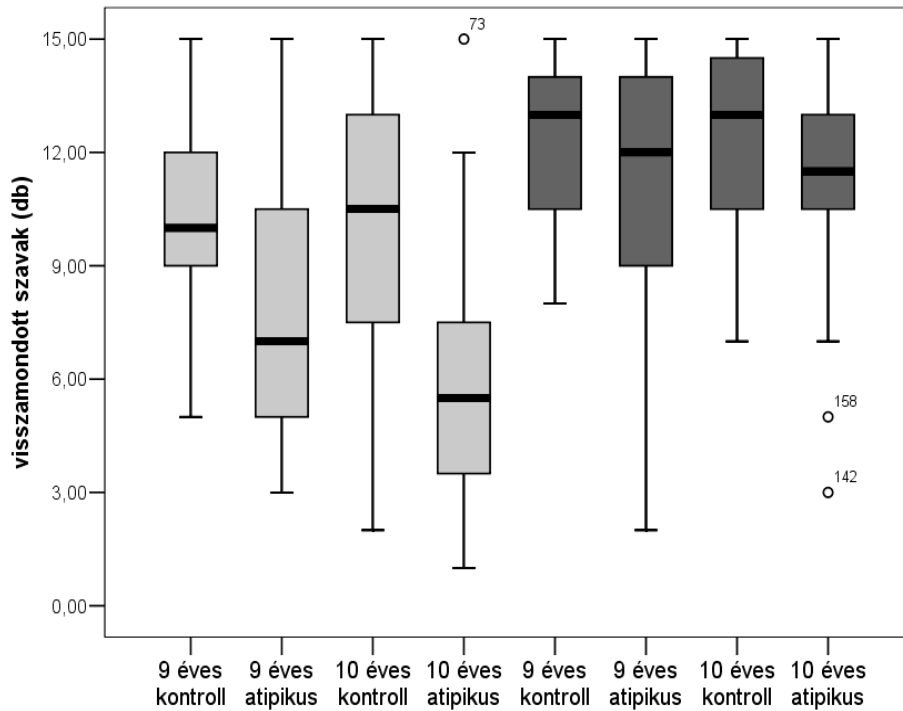
nulási nehézséggel küzdő társaik. A kontroll 7 évesek összesen 179 szót (átlag: 8,95; 59,66%) ismételték meg helyesen a bal fülükbe, míg 235-öt (átlag: 11,75; 78,33%) a jobb fülükbe közvetítettek közül, ami statisztikailag is igazolható különbséget jelent ($t(19)=-2,888$; $p=-0,009$). A statisztikai elemzések a nyolcéveseknél ugyan nem igazolták a jobbfül-fölényt, a tendencia azonban náluk is ugyanez: a bal fülben hallott szavakból 185-öt (átlag: 9,25; 61,66%), a jobb fülben hallottakból pedig 248-at (átlag: 10,6; 70,67%) mondtak vissza. A kilenc- és tízévesek eredményeiben még nagyobb mértékben megfigyelhető a jobb fül irányába történt eltolódás. A kontroll csoportba tartozó kilencévesek a bal fülükbe közvetített szavak közül 201-et (átlag: 10,05; 67%), a tízévesek pedig 200-at (átlag: 10; 66,67%) mondtak vissza. A jobb fülbe közvetített szavakból a kilencévesek 247-et (átlag: 12,35; 82,33%), a tízévesek 248-at (átlag: 12,4; 82,66%) ismételték meg hibátlanul. A statisztikai elemzések mindkét életkori csoportban szignifikáns különbséget igazoltak a két fülbe érkezett szavak számában (kilencéveseknél: $t(19)=-3,378$; $p=0,003$; tízéveseknél: $t(19)=-2,423$; $p=0,026$). Megállapítható, hogy a kontroll csoportokban a jobb fülbe érkezett szavak helyes visszamondása nagyobb arányú, jelezve az agyi aszimmetriát ezekre a nyelvi jelekre, és ez a nyolcévesek kivételével mindenütt statisztikailag is igazolható. Az életkor növekedésével mindkét fület tekintve növekszik a helyesen visszamondott szavak száma, de visszamondott szavak mennyiségében egyik fül esetén sem volt kimutatható szignifikáns különbség az életkor függvényében. A kismértékű növekedés csak tendenciát mutat. Ez egyben arra is utal, hogy a tanulási nehézséget nem mutató gyermekeknél hétéves kortól a tesztben használt nyelvi jelekre vonatkoztatva már egyértelmű az agyi aszimmetria, illetőleg a jobbfül-fölény kimutathatósága.

A tanulási nehézséggel küzdő gyermekek eredményei jellegzetes eltéréseket mutatnak a kontroll csoportokétól. A hétévesek a bal fülükbe közvetített szavakból 137-et (átlag: 6,85; 45,66%), míg a jobb fülükbe közvetítettek közül 176-ot (átlag: 8,8; 58,66%) tudtak megismételni. A két fül közötti különbség a statisztikai elemzések szerint nem szignifikáns, tehát a jobbfül-fölény náluk csak tendenciaszerűen érvényesül. A nyolcévesek esetében nagyobbak a különbségek a két fülbe közvetített szavak helyes visszamondásában. A bal fülben hallott szavakból 139-et (átlag: 6,95; 46,33%), a jobb fülben hallottakból 186 szót (átlag: 9,3; 62%) mondtak vissza helyesen. A domináns fül matematikailag azonban náluk sem volt kimutatható (6. ábra).



6. ábra: A dichotikus teszt eredményei hét- és nyolcéves tipikus és atipikus fejlődésű gyermekeknél – a bal fülbe (világosszürke téglalapok), illetve a jobb fülbe (sötétszürke téglalapok) közvetített szavak helyes visszamondása

A tanulási nehézséggel küzdő kilenc- és tízéveseknél már matematikailag igazolható különbség tapasztalható a bal és a jobb fülben hallott szavak helyes visszamondásában ($t(19)=-3,457$; $p=0,003$). A kilencéves tanulók 159 szót (átlag: 7,95; 53%) ismételték a bal fülükben hallottakból, míg 225-öt (átlag: 11,25; 75%) a jobb fülükbe közvetítettek. A tízévesek 121 szót mondtak vissza a bal (átlag: 6,05; 40,33%) és 223 szót (átlag: 11,15; 74,33%) a jobb fülükben hallottakból ($t(19)=-4,698$; $p = 0,000$) (vö. 7. ábra). Az egyes életkori csoportok között a bal fülben hallott szavak ismétlésében nem találtunk statisztikailag igazolható különbséget. A jobb fülbe hallott szavak visszamondásainak mennyisége azonban szignifikánsan változik a hét- és a kilencévesek között ($t(19)=-2,234$, $p=0,038$), valamint a hét- és a tízévesek között ($t(19)=-2,616$, $p=0,017$). Az összes többi korcsoport között a különbség matematikailag nem igazolható. A fülpreferencia tehát az atipikus fejlődésű tanulóknál csak kilencéves kortól válik egyértelműen kimutathatóvá.

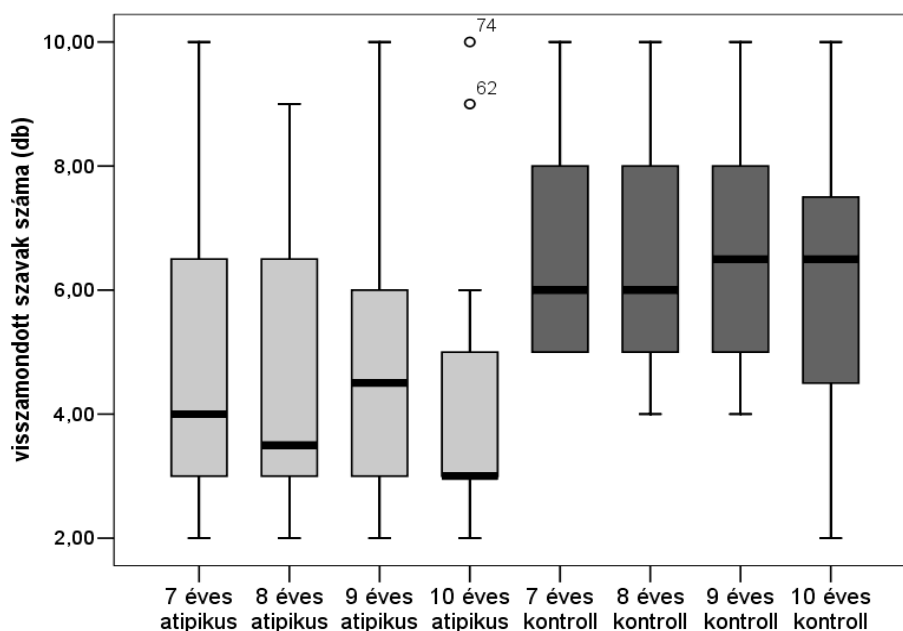


7. ábra: A dichotikus teszt eredményei kilenc- és tízéves tipikus és atipikus fejlődésű gyermekeknél – a bal fülbe (világoszürke téglalapok), illetve a jobb fülbe (sötétszürke téglalapok) közvetített szavak helyes visszamondása

Az életkor előrehaladtával mind a tipikus, mind az atipikus fejlődésű gyermekeknél stabilabbá válik a jobbfül-fölény, azonban az egyes korcsoportok között nem mindig mutatható ki az egyértelmű növekedés. Különösen jellemző ez a tanulási nehézséggel küzdő gyermekekre. Utóbbiak teljesítménye a helyesen visszamondott szavak számában minden korcsoportban, mindkét fülbe közvetített szavak visszamondásában elmarad a kontroll csoportok eredményeitől. Statisztikailag igazolható különbséget a tanulási nehézséggel küzdő és nem küzdő kisiskolások csoportjaiban a hétéveseknél csak a jobb fülbe közvetített szavak visszamondásában találtunk ($t(19)=-2,534$, $p=0,20$). A nyolcéveseknél matematikailag igazolható eltérés nem volt. A kilenc- és a tízéves gyermekeknél pedig csak a bal fülbe közvetített szavak helyes visszamondásában volt statisztikailag igazolt különbség a tipikus és az atipikus fejlődésűek között (kilencéveseknél: $t(19)=-2,396$, $p=0,027$; tízéveseknél: $t(19)=-2,766$, $p=0,012$). Noha az agyi aszimmetria kétségkívül látható valamennyi csoportban, a kontroll, illetve a tanulási nehézséget mutató gyermekek közötti különbség felveti egyfelől a perceptív folyamatok működési sajátosságait a szövegfelismerésben, illetve a megfelelő figyelemkoncentráció kérdését.

A szavak helyes visszamondásának adatait elemeztük aszerint is, hogy csak az ötször négyes szópárokat vettük figyelembe. Ez nehezített feladat, és feltételezéseink szerint több információt nyújt a tipikus és az atipikus fejlődésű gyermekek teljesítményére vonatkozólag. Az eredmények igazolták a feltételezést;

hét- és nyolcéves korban mind a jobb, mind a bal fülbe közvetített 10-10 szó visszamondásában szignifikáns különbség van a kontroll és a tanulási nehézséggel küzdő gyermekek között (7 évesek, bal fül: $t(19)=-2,214$, $p=0,039$; 7 évesek, jobb fül: $t(19)=-3,162$, $p=0,005$; 8 évesek, bal fül: $t(19)=-2,297$, $p=0,033$; 8 évesek, jobb fül: $t(19)=-4,207$, $p=0,001$). A kontroll gyermekek minden életkorban több szót voltak képesek megismételni. Kilenc- és tízéves korban csak a bal fülbe érkezett szavak esetén igazoltunk szignifikáns eltéréseket a kontroll gyermekek javára (9 évesek, bal fül: $t(19)=-2,954$, $p=0,008$; 10 évesek, bal fül: $t(19)=-2,771$, $p=0,012$). Ezek az adatok tovább erősítik azt a feltételezést, hogy az atipikus fejlődésű gyermekek csoportjainak mind a szóészlelése (a lexikális hozzáférés), mind pedig a figyelme gyengébb a kontroll csoportokénál (8. ábra). Az ábra csak a bal fülbe közvetített szavak ismétlésének adatait szemlélteti, mivel itt minden esetben matematikailag igazolható volt a különbség.



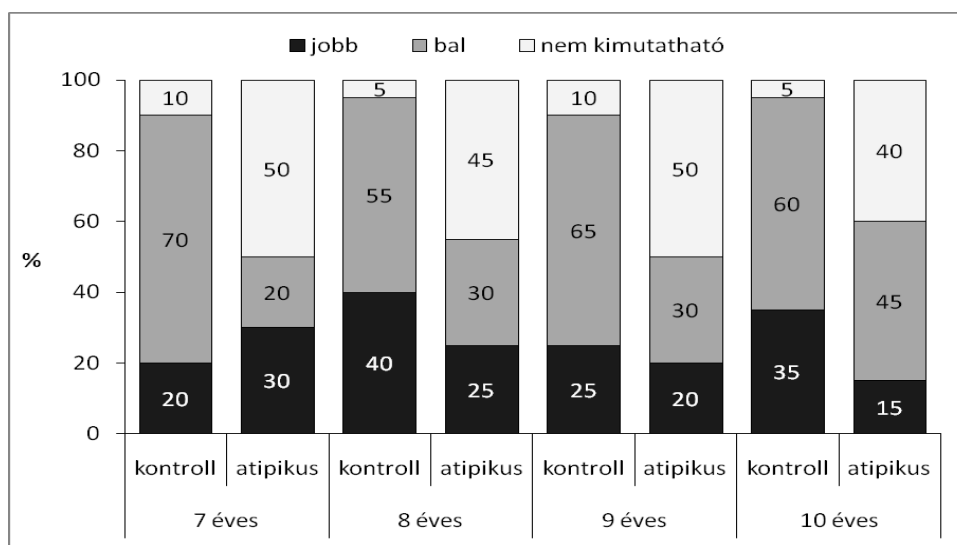
8. ábra: A dichotikus teszt nehezített részének eredményei tipikus és atipikus fejlődésű gyermekeknél – a bal fülbe közvetített kettős szó párok ismétlései

A szakirodalom tanúsága szerint a dichotikus teszt nyelvi jeleinek ismétlése alapján az agyi aszimmetria kimutathatósága hétéves korra már elvárható. Ezért adatainkat összesítve elemeztük – életkortól függetlenül – a tipikus és az atipikus fejlődésű gyermekek eredményeinek függvényében. A tanulási nehézséggel küzdők a bal fülükben hallott szavakból 556-ot (átlag: 6,9; 46,33%) mondtak vissza, a jobb fülükbe érkezőkből pedig 810-et ismételték meg (átlag: 10,1; 67,5%). A tipikus fejlődésű tanulók a bal fülükben hallottakból 765 szót (átlag: 9,5; 63,75%), a jobb fülükben hallottakból pedig 942-öt (átlag: 11,7; 78,5%) mondtak vissza. A statisztikai elemzés is megerősítette, hogy mind a tipikus, mind az atipikus fejlődésű tanulók szignifikánsan több szót mondtak vissza azok közül, amelyeket a jobb fülükben hallottak (atipikus fejlődésűek: $t(79)=-4,812$,

$p=0,001$; kontroll csoportok: $t(79)=-4,665$, $p=0,001$). A jobb és a bal fülbe közvetített szavak ismétléseit elemezve, ugyancsak életkortól függetlenül, az eredmények szignifikáns különbséget igazoltak a kontroll iskolások és a tanulási nehézséggel küzdők között mind a bal ($t(79)=4,239$, $p=0,001$), mind a jobb fül tekintetében ($t(79)=3,107$, $p=0,003$). Az összes kontroll gyermek közül 11-nél találtunk azonos számú ismétlést a két fül tekintetében, ez összesen 224 szó volt. Az atipikus gyermekek közül 6-nál, a visszamondások összesített száma náluk 109.

Egy több mint másfél évtizeddel ezelőtti vizsgálatsorozatban olvasási nehézséggel küzdők fülpreferenciáját és agyfélteke-dominanciáját vizsgálták dichotikus teszttel (Gósy, 1996). A két kutatás az adatközlők és a hanganyag tekintetében nem volt teljesen azonos. Az adatközlőknél a korábbi kutatásban csak az olvasási nehézség tényét vették figyelembe (annak a tanulási folyamatokra gyakorolt további hatását nem), a résztvevők száma pedig minden korcsoportban nagyobb volt a jelen kutatás atipikus adatközlőinél. A módszer mindkét kísérletben ugyanaz volt, de a szavak különböztek. Így csupán nagyon óvatos összehasonlításokat tehetünk. Annyit megállapíthatunk, hogy a jelen kutatás kontroll csoportjainak teljesítménye minden korosztályban és mindkét fület tekintve jobb, mint a 15 évvel ezelőtti olvasási nehézséggel küzdők adatai. A tanulási nehézséget mutató gyermekek kismértékben gyengébben teljesítettek a bal fülben hallott szavak ismétlésében, mint az olvasási nehézséget mutatók. A jobb fülbe közvetített szavak visszamondásában ugyanakkor csak a hétéves, olvasási nehézséggel küzdőknél látunk kissé jobb teljesítményt; a többi korosztályban a tanulási nehézséggel küzdők valamivel jobb eredményt értek el (a különbség azonban csupán néhány százaléknyi).

Az agyfélteke-dominancia meghatározásához az alkalmazott dichotikus teszt alapján elsőként az összes szót tekintettük, vagyis a korrigált értékelést alkalmaztuk. Minden egyes adatközlőnél meghatároztuk a dominancia alakulását. A kontroll csoportok kisiskolásainak döntő többségénél – összesen 92,5%-ánál – kimutatható volt a domináns agyfélteke, míg a tanulási nehézséggel küzdőknél 46,3%-ban nem volt kimutatható (9. ábra). Balagyfélteke-dominanciát a kontroll gyermekek 62,5%-a, jobbagyfélteke-dominanciát pedig 30%-a mutatott. Az életkori csoportok szerint eltéréseket láttunk: a 7 évesek 70%-a, a 8 évesek 55%-a, a 9 évesek 65%-a, míg a 10 évesek 60%-a mutat balagyfélteke-dominanciát. Az atipikus fejlődésű gyermekek adataiban jellegzetesek a különbségek a kontroll csoportokéhoz viszonyítva. A tanulási nehézséggel küzdők 22,5%-a jobb-, míg 31,2%-a balagyfélteke-domináns. Az egyes életkorokat elemezve, a hétévesek 20%-a, a nyolc- és kilencévesek 30-30%-a, míg a tízévesek 45%-a mutat balagyfélteke-dominanciát. A statisztikai elemzések a hétévesek kivételével szignifikáns különbséget igazoltak minden korcsoportban a tipikus és az atipikus fejlődésű gyermekek között (nyolcévesek: $t(19)=-2,773$, $p=0,012$; kilencévesek: $t(19)=-2,438$, $p=0,025$; tízévesek: $t(19)=-2,604$, $p=0,017$).

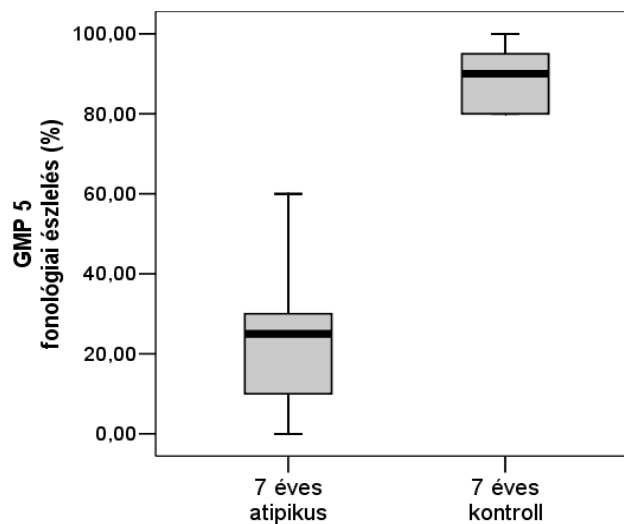


9. ábra: Az agyfélteke-dominancia kimutathatóságának eredményei a dichotikus tesztben az egyes csoportokban

A második elemzés során a klasszikus értékelés szerint határoztuk meg az agyfélteke-dominanciát, vagyis itt csak a szópárok ismétlési eredményeit vettük figyelembe. Az eredmények nagyon hasonlóak a tanulási nehézséget mutató és a kontroll gyermekek adatait tekintve, az egyes csoportok között nem találtunk szignifikáns különbséget. Az összes gyermek eredményét figyelembe véve, az atipikus fejlődésűek 17,5%-ánál jobb-, 13,75%-ánál balféltekei dominanciát állapítottunk meg, míg 68,75%-uknál nem volt kimutatható a dominancia az alkalmazott dichotikus tesztel. A kontroll csoport összesített adatai szerint 12,5%-uknál jobb-, 25%-uknál balagyfélteke-dominanciát igazoltunk, 62,5%-uknál pedig a dominancia nem volt kimutatható. Kimondható tehát, hogy a teszt neheztett részében a tipikus és az atipikus fejlődésű gyermekek között nem volt jelentős különbség. Ismét óvatos összevetést végeztünk a 15 évvel ezelőtti vizsgálat (Gósy, 1996) olvasási nehézséggel küzdő, azonos életkorú gyermekeinek adataival. Azt találtuk, hogy akkor 60%-ban találtak nem kimutatható agyfélteke-dominanciát, ez inkább a jelen kutatás kontroll gyermekeinek eredményéhez közelít. Az olvasási nehézséggel küzdőknél közel hasonló arányban fordult elő a bal- (20,7%) és a jobbféltekei (19,3%) dominancia. Ez utóbbi nagyobb érték, mint amit a jelen kutatásban tapasztaltunk, ugyanakkor a balféltekei dominancia aránya a jelen, tipikus és atipikus adatközlőink értékei között helyezkedik el.

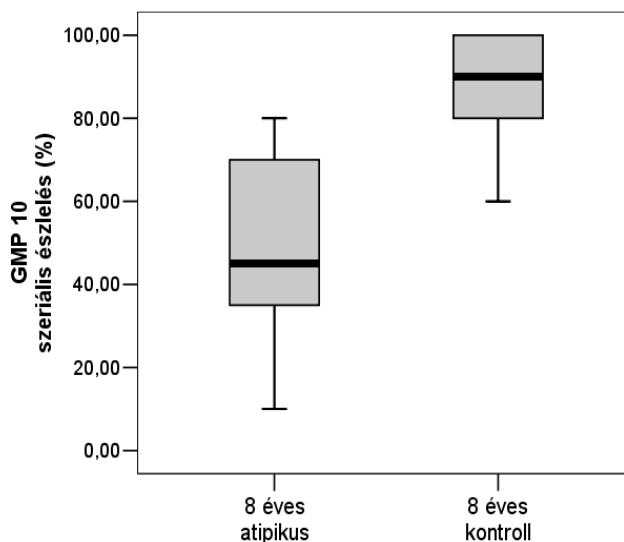
A lateralizáció és a beszédészlelés összefüggése

Feltételeztük, hogy a vizsgált beszédpercepció folyamatok, illetve a megállapított fülpreferencia és agyfélteke-dominancia összefüggést fog mutatni. A statisztikai elemzés (többváltozós ANOVA) azt igazolta, hogy a korrigált értékelésű agyfélteke-dominancia adatai valóban hatást gyakorolnak a beszédészlelési folyamatokra, azonban a beszédpercepció folyamatokban nyújtott teljesítményre legnagyobb mértékben a tipikus, illetve az atipikus fejlődésnek van hatása. Hasonlóképpen a bal és a jobb fülben hallott szavak ismétléseire is. Mindemellett az életkor is kimutatható befolyással van az előbbiekre. Az agyfélteke-dominancia, illetve a fülpreferencia csak a nyolcéves tipikus és atipikus fejlődésű gyermekeknél mutatott közepes, szignifikáns összefüggést (az előbbieknél: $r=0,496$; az utóbbiaknál: $r=-0,648$). Ha az életkort is figyelembe vesszük, akkor a lateralitás mértéke a morfofonológiai észlelésre van szignifikáns hatással a hétéveseknél ($F(2,39)=5,392$ $p=0,009$) és a szeriális észlelésre a nyolcéveseknél ($F(2,39)=3,629$ $p=0,038$). A 10. és a 11. ábra az adott beszédpercepció folyamatok különbségét szemlélteti a tipikus és az atipikus fejlődésű gyermekeknél.



10. ábra: A morfofonológiai észlelésben nyújtott teljesítmény a tanulási nehézséggel küzdő és a kontroll hétéveseknél

A kísérletben részt vevő csoportok és az agyfélteke-dominancia közötti összefüggés megállapítására (életkortól függetlenül) ún. keresztábra-elemzést is végeztünk. Az eredmények szerint a Cramer V-érték viszonylag magasnak mondható (0,444), ami azt jelenti, hogy a dominancia típusa az adatok 44,4%-át magyarázza ($\chi^2(2;160)=31,539$, $p=0,001$). A csoportot, az életkort és a lateralitást egyaránt tekintetbe véve mindenütt szignifikáns eredményt kaptunk az összefüggésekre (hétévesek: $\chi^2(2;40)=11,289$, $p=0,004$; nyolcévesek: $\chi^2(2;40)=8,562$, $p=0,014$; kilencévesek: $\chi^2(2;40)=8,023$, $p=0,018$; tízévesek: $\chi^2(2;40)=7,473$, $p=0,024$).



11. ábra: A szeriális észlelésben nyújtott teljesítmény a tanulási nehézséggel küzdő és a kontroll nyolcéveseknél

Következtetések

A két agyfélteke felépítésében és működésében is különbözik egymástól, sajátos funkciómegosztás figyelhető meg közöttük. A bal agyfélteke felel például a beszéd folyamatok működtetéséért, az írásért, elemzései reálisak, logikus gondolkodás jellemzi, felelős az algebrai képességekért. A jobb agyfélteke elsősorban képekben gondolkodik, itt található az érzelmek központja; kreativitás, játékoság, fantázia jellemzi. Az agyi aszimmetria, illetve a nyelv szempontjából domináns félteke már hároméves gyermekeknél is kimutatható (Best, 1984; Hiscock, 1988). Az anyanyelv-fejlődés során elvárt, megfelelő szintű lateralitás kialakulása hat-hétéves korra tehető (pl. Speaks, 1988). Ha a domináns félteke csak ez után az életkor után válik kimutathatóvá, az negatív következményekkel járhat a beszédfejlődésre, az olvasás és az írás megtanulására, illetőleg egyéb tanulási folyamatokra.

A jelen kutatásban kisiskolásoknál (7–10 éves gyermekek) vizsgáltuk a fülpreferencia, az agyfélteke-dominancia és a beszédpercepciók folyamatok működésének összefüggéseit. A kísérleti csoportok fele tanulási nehézségeket mutató gyermekekből, míg a másik fele kontroll tanulókból állt. A vizsgált beszédpercepciók (akusztikai-fonetikai, morfofonológiai és szeriális észlelés) minden életkorban szignifikáns különbséget mutattak a tipikus fejlődésű és a tanulási nehézséggel küzdő gyermekek között. A fülpreferenciában nem tapasztaltunk jelentős eltérést a csoportok között, adatközlőink csoportszinten jobb fül-fölényt mutattak. A kontroll gyermekek azonban jellegzetesen több szót tudtak ismételni a mindkét fülükben hallott szavak közül. A jobb fül-fölény erősödését

egyértelműen kimutatták 6 és 10 év közötti tipikus fejlődésű tanulóknál (Obrzut *et al.*, 2001), illetve a jó és a gyenge olvasók között (Piazza *et al.*, 1985). Ugyanezt a tényt a magyar gyermekekkel végzett kutatásunk is alátámasztja. Az óvodások eredményeit is figyelembe véve, a jobbfül-fölény nagymértékű változást, erősödést mutat 5 és 7 éves kor között, a hétévesek mintegy 4 szóval ismételték többet a bal, illetve a jobb fülükben hallott szavakból, mint az óvodások.

Az agyfélteke-dominancia több tekintetben is különbségeket mutatott a tipikus és az atipikus fejlődésű gyermekek között. A balagyfélteke-dominancia előfordulása mintegy kétszer akkora a tipikus fejlődésűeknél, mint a tanulási nehézséggel küzdők esetében. A nem kimutatható dominancia 10% alatti a kontroll gyermekeknél, míg a többi csoportban összesítve több mint 45%-ban bizonyult kimutathatatlannak az alkalmazott módszerrel. A nehezített feladat (2x2-es szópárok) értékelésében nem volt ilyen nagy a tipikus és az atipikus fejlődésű gyermekek között a különbség, az eltérések jellegzetesek, de matematikailag nem igazolhatók. Tény ugyanakkor, hogy ebben a nehezített tesztrészben a tanulási nehézséggel küzdők szignifikánsan kevesebb szót tudtak ismételni, mint a kontroll gyermekek. A beszédpercepciók folyamatok eredménye és a fülpreferenciára, illetőleg az agyfélteke-dominanciára kapott adatok összefüggenek, hatással vannak egymásra; különösen jelentős a morfofonológiai és a szeriális észlelés, valamint a lateralitás között tapasztalt összefüggés. Ez utóbbi, kutatásunkban életkor-specifikusan jelentkezett, de valószínűsíthető, hogy több gyermek adatainak feldolgozásával ezek az összefüggések általánosíthatók.

Adataink megerősítik azt a feltételezést, hogy a tanulási nehézséggel küzdő gyermekek csoportjainak mind a szóészlelése, illetőleg az ahhoz szükséges percepciók folyamatok működése, mind pedig a figyelme gyengébb a kontroll csoportokénál. Ezt a nehezített tesztrészlet adatainak matematikailag igazolható különbsége is alátámasztja. Az a hipotézis, hogy nyelvi feladatok esetében a figyelem főként a jobb fülből érkező információk felé irányítódik, nem igazolódott (Foundas *et al.*, 2006). Eredményeink azt azonban alátámasztják, hogy a tanulási nehézséggel küzdő gyermekek kevésbé képesek a figyelemkoncentrációra összetettebb nyelvi feladatok esetében. Ugyanerre a következtetésre jutottak tanulási nehézséggel küzdő és kontroll gyermekek vizsgálatában amerikai kutatók (Obrzut – Mahoney, 2011). Kísérletükben a bal fülben hallott CV-típusú szótagok közül a 7-8 éves tipikus fejlődésű tanulók átlagosan 8,7-et, a 9-10 évesek átlagosan 9,8-at ismételték meg helyesen. A jobb fülbe közvetített szavak közül pedig a 7-8 évesek 15,5-öt, a 9-10 évesek 13,9-et. A tanulási nehézséggel küzdő 7-8 évesek a bal fülükben hallott szótagokból átlagosan 10,6-ot, a jobb fülükben hallottak közül átlagosan 11,19-et ismételték helyesen. A 9-10 évesek pedig a bal fülükbe közvetítettek közül 9,13-at, a jobb fülükbe közvetítettek közül pedig 12,5-öt mondtak jól vissza. A jobb fülben hallott szótagok visszamondásában látható a jelentős eltérés a tanulási nehézséggel küzdő és a kontroll gyermekek között. A különbség a fiatalabbaknál kifejezettebb. Vizsgálatunkban a

dichotikus teszt ugyan szavakat tartalmazott, de az eredményeink tendenciájukban hasonlóak az amerikai tanulóknál tapasztaltakhoz.

Kutatásunkban választ kerestünk arra, hogy a tanulási nehézséggel küzdő gyermekek lateralizációja különbözik-e a kontroll gyermekekétől, és hogy a beszédészlelés egyes folyamatainak nem életkor-specifikus működése mutat-e összefüggést az agyi aszimmetriával. Hipotézisünk igazolódott, mivel a tanulási zavart nem mutató tanulók több szót tudtak megismételni az alkalmazott dichotikus tesztben, továbbá jóval nagyobb arányban volt kimutatható náluk az agyfélteke-dominancia. A tanulási nehézséggel küzdő kisiskolások nagy egyéni különbségei – mind a vizsgált percepciós folyamatokban, mind a dichotikus teszt eredményeiben – azt a már többször megfogalmazott tényt támasztják alá, hogy a felszínen tanulási zavarként jelentkező probléma a háttérben különféle zavarokra vezethető vissza. A gyakorlatban, mind a diagnosztikában, mind a fejlesztés során, illetve a mindennapi tanításban ennek meghatározó jelentősége van.

Irodalom

- Ahonniska, J., Cantell, M., Tolvanen, A. and Lyytinen H.** (1993) Speech perception and brain laterality: the effect of ear advantage on auditory event-related potentials. *Brain Lang* Aug. 45/2. pp. 127–146.
- Best, C. T.** (1984) Discovering messages in the medium (Speech perception and the prelinguistic infant). In: Fitzgerald, H. E., Lester, B. M. and Yogman, M. W. (eds.) *Theory and research in behavioral pediatrics*. Vol. 2. New York–London: Plenum Press. 97–145.
- Brancucci, A., Babiloni, C., Babiloni, F., Galderisi, S., Mucci, A., Tecchio, F., Zappasodi, F. Pizzella, V., Romani, G. L. and Rossini, P. M.** (2004) Inhibition of auditory cortical responses to ipsilateral stimuli during dichotic listening: evidence from magnetoencephalography. *European Journal of Neuroscience* 19/8. pp. 2329–2336.
- Brunswick, N. and Rippon, G.** (1994) Auditory event-related potentials, dichotic listening performance and handedness as indices of lateralisation in dyslexic and normal readers. *International Journal of Psychophysiology* 18. pp. 265–275.
- Bryden, M. P. and Allard, F. A.** (1981) Do auditory perceptual asymmetries develop? *Cortex* 17/2. pp. 313–318.
- Beaton, A. A., Hugdahl, K., and Ray, P.** (2000) Lateral asymmetries and interhemispheric transfer in aging: A review and some new data. In: Mandal, M., Bulman-Fleming, B. and Tiwari, G. (eds.) *The Neuropsychology of Side Bias*. Amsterdam: Kluwer Academic. Chap. 5. 101–152.
- Broadbent, D. E.** (1954) The role of auditory localization in attention and memory span. *Journal of Experimental Psychology* 47. pp. 191–196.
- Carlsson, G., Wiegand, G. and Stephani U.** (2011) Interictal and postictal performances on dichotic listening test in children with focal epilepsy. *Brain and Cognition* 76/2. pp. 310–315.
- Changeux, Jean-Pierre** (2004) *The physiology of truth. Neuroscience and human knowledge*. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press.
- Cowell, P. and Hugdahl, K.** (2000) Individual differences in neurobehavioral measures of laterality and interhemispheric function as measured by dichotic listening. *Developmental Neuropsychology* 18. pp. 95–112.
- Damasio, H., Grabowsky, T. J., Tranel, D., Hichwa, R. D. and Damasio, A. R.** (1996) A neural basis for lexical retrieval. *Nature* 380. pp. 499–505.
- Dermody, P., Katsch, R. and Mackie, K.** (1983) Auditory processing limitations in low verbal children: evidence from a two-response dichotic listening task. *Ear and Hearing* 4/6. pp. 272–277.
- Foundas, A. L., Corey, D. M., Hurley, M. M. and Heilman, K. M.** (2001) The anatomical basis of language. *Topics in Language Disorders* 23. 1–12.
- Garman, M.** (1990) *Psycholinguistics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Glanville, B. B., Best, C. T. and Levenson, R. A.** (1977) A cardiac measure of cerebral asymmetries in infant auditory perception. *Developmental Psychology* 13. pp. 54–59.
- Gósy M.** (1996) Agyfélteke-dominancia, beszédészlelés, olvasási nehézség. In: Gósy M. (szerk.) *Gyermekkori beszédészlelési és beszédmegértési zavarok*. Budapest: Nikol. 163–176.
- Gósy M.** (2005) *Pszicholingvisztika*. Budapest: Osiris Kiadó.
- Grácsi T., Gósy M. és Imre A.** (2007) Olvasási nehézség és diszlexia a beszédpercepció tükrében. In: Gósy M. (szerk.) *Beszédészlelési és beszédmegértési zavarok az anyanyelv-elsajátításban*. Budapest: Nikol. 214–229.
- Hámori J.** (1996) *Agyi aszimmetriák*. Pécs: Janus Pannonius Tudományegyetem.
- Hámori J.** (2005) *Az emberi agy aszimmetriái*. Budapest–Pécs: Dialóg Campus Kiadó.
- Hiscock, M.** (1988) Behavioral asymmetries in normal children. In: Molfese, D. L. and Segalowitz, S. J. (eds.) *Brain lateralization in children: developmental implications*. New York: Guilford Press. 85–169.
- Horváth Sz.** (szerk., 2001) *A kommunikáció fejlődése és idegi eredetű zavarai*. Budapest: Animal-Med Kft.
- Hugdahl, R. and Davidson J.** (eds., 2003) *The Asymmetrical Brain*. Cambridge: MIT Press.

- Hugdahl, K. and Andersson, L.** (1986) The “forced-attention paradigm” in dichotic listening to CV-syllables: A comparison between adults and children. *Cortex* 22/3. pp. 417–432.
- Hugdahl, K., Carlsson, G., Uvebrant and Lundervold, A. J.** (1997) Dichotic-listening performance and intracarotid injections of amobarbital in children and adolescents. *Archives of Neurology* 54. pp. 1494–1500.
- Hugdahl, K., Carlsson, G., Uvebrant, E. and Lundervold, A. J.** (1995) Absence of ear advantage on the consonant–vowel dichotic listening test in adolescent and adult dyslexics: Specific auditory-phonetic dysfunction. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology* 17. pp. 833–840.
- Hynd, G. W. and Obrzut, J. E.** (1977) Effects of grade level and sex on the magnitude of the dichotic ear advantage. *Neuropsychologia* 15. pp. 689–692.
- Hynd, G. W., Cohen, M. and Obrzut, J. E.** (1983) Dichotic consonant–vowel (CV) testing in the diagnosis of learning disabilities in children. *Ear and Hearing* 4. pp. 283–286.
- Ingram, D.** (1975) Cerebral speech lateralization in young children. *Neuropsychologia* 13. pp. 103–105.
- Kasprian, G., Langs, G., Brugger, P. C., Bittner, M., Weber, M., Arantes, M. and Prayer, D.** (2011) The Prenatal Origin of Hemispheric Asymmetry: An In Utero Neuroimaging Study. *Cerebral Cortex* 21. pp. 1076–1083.
- Kimura, D.** (1961) Some effects of temporal-lobe damage on auditory perception. *Canadian Journal of Psychology* 15. pp. 156–165.
- Kimura, D.** (1967) Functional asymmetry of the brain in dichotic listening. *Cortex* 1. pp. 163–178.
- Kinsbourne, M.** (1970) The cerebral basis of lateral asymmetries in attention. *Acta Psychologica* 33. pp. 193–201.
- Kinsbourne, M.** (1976) The ontogeny of cerebral dominance. In: Rieber, R. W. (ed.) *The neuropsychology of language*. New York–London: Plenum Press. 181–193.
- Knaus, T. A., Silver, A. M., Kennedy, M., Lindgren, K. A., Dominick, K. C., Siegel, J. and Tager-Flusberg, H.** (2010) Language laterality in autism spectrum disorder and typical controls: A functional, volumetric, and diffusion tensor MRI study. *Brain and Language* 112. pp. 113–120.
- Magyari A.** (1970) A centrális hallópályák vizsgálatának újabb módszere (dichotikus discriminációs test). *Fül-Orr-Gégegyógyászat* 16. 121–124.
- Marcotte, A. C. and Morere, D. A.** (1990) Speech lateralization in deaf populations: Evidence for a developmental critical period. *Brain and Language* 39. pp. 134–152.
- Meyers, J. E., Roberts, R. J., Baylesse, J. D., Volkerta, K. and Evitts, P. E.** (2002) Dichotic listening: expanded norms and clinical application. *Archives of Clinical Neuropsychology* 17. pp. 79–90.
- Molfese, D. L. and Betz, J. C.** (1988) Electrophysiological indices of the early development of lateralization for language and cognition and their implications for predicting later development. In: Molfese, D. L. and Segalowitz, S. J. (eds.) *Brain lateralization in children: developmental implications*. New York: Guilford Press. 171–190.
- Moulden, A. and Persinger M. A.** (2000) Delayed left ear accuracy during childhood and early adolescence as indicated by Roberts' Dichotic Word Listening Test. *Percept Mot Skills* 90. pp. 893–898.
- Nagafuchi, M.** (1970) Development of dichotic and monaural learning abilities in young children. *Acta Otolaryngologia* 69. pp. 409–414.
- Obrzut, A., Bryden, M. P. and Bartels, S. G.** (1985) Information processing and speech lateralization in learning disabled children. *Brain and Language* 25. pp. 125–181.
- Obrzut, J. E.** (1995) Dynamic versus structural processing differences characterize laterality patterns of learning disabled children. *Developmental Neuropsychology* 11. pp. 467–484.
- Obrzut, J. E. and Mahoney E. B.** (2011) Use of the dichotic listening technique with learning disabilities. *Brain and Cognition* 76/2. pp. 323–331.
- Obrzut, J. E., Bryden, M. P., Lange, P. and Bulman-Fleming, M. B.** (2001) Concurrent verbal and emotion laterality effects exhibited by normally achieving and learning disabled children. *Child Neuropsychology* 7. pp. 153–161.
- Olivares-García, M. R., Peñaloza-López, Y. R., García-Pedrosa, F., Jesús-Pérez, S., Uribe-Escamilla, R. and Jiménez-de la Sancha, S.** (2005) Identification of auditory laterality by means

- of a new dichotic digit test in Spanish, and body laterality and spatial orientation in children with dyslexia and in controls. *Revista de Neurologia* 41. pp. 198–205.
- Orton, S. T.** (1937) *Reading, writing and speech problems in children*. New York: Norton.
- Pecini, C., Casalini, C., Brizzolara, D., Cipriani, P., Pfanner, L. and Chilosi, A.** (2005) Hemispheric specialization for language in children with different types of specific language impairment. *Cortex* 41. 157–167.
- Piazza, M., Gordon, D. P. and Lehman, R.** (1985). Reading ability and the development of lateralization of speech. *Language Sciences* 7. pp. 73–84.
- Roeser, R. J., Millay, K. K. and Morrow, J. M.** (1983) Dichotic consonant-vowel (CV) perception in normal and learning-impaired children. *Ear and Hearing* 4. pp. 293–299.
- Shtyrov, Y., Oihko, E. and Pulvermüller, F.** (2005) Determinants of dominance: Is language laterality explained by physical or linguistic features of speech? *NeuroImage* 27. pp. 37–47.
- Speaks, Ch. E.** (1988) Statistical properties of dichotic listening scores. In: Hugdahl, K. (ed.) *Handbook of dichotic listening: Theory, methods and research*. New York: John Wiley and Sons. 185–213.
- Sperry, R. W.** (1982) Some effects of disconnecting the cerebral hemispheres. *Science* 217. pp. 1223–1226.
- Sugiura, L., Ojima, S., Matsuba-Kurita, H., Dan, I., Tsuzuki, D., Katura T. and Hagiwara, H.** (2011) Sound to Language: Different Cortical Processing for First and Second Languages in Elementary School Children as Revealed by a Large-Scale Study Using fNIRS. *Cerebral Cortex*. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5>
- Tervaniemi, M. and Hugdahl, K.** (2003) Lateralization of auditory-cortex functions. *Brain Research Review* 43. pp. 231–246.
- Thomsen, T., Rimol, L. Ersland, M. and Hugdahl, K.** (2004) Dichotic listening reveals functional specificity in prefrontal cortex: An fMRI study. *NeuroImage* 21. pp. 211–218.
- Wehner, D. T., Ahlfors, S. P., and Mody, M.** (2007) Effects of phonological contrast on auditory word discrimination in children with and without reading disability: A magnetoencephalography (MEG) study. *Neuropsychologia* 45. pp. 3251–3262.
- Westerhausen, R., and Hugdahl, K.** (2008) The corpus callosum in dichotic listening studies of hemispheric asymmetry: A review of clinical and experimental evidence. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 32. pp. 1044–1054
- Westerhausen, R., Luders, E., Specht, K., Ofte, S. H., Toga, A. W., Thompson, P. M., Helland, T. and Hugdahl, K.** (2011) Structural and Functional Reorganization of the Corpus Callosum between the Age of 6 and 8 Years. *Cerebral Cortex* 21. pp. 1012–1017.
- Wexler, B. E. and King, G. P.** (1990) Within-modal and cross-modal consistency in the direction and magnitude of perceptual asymmetry. *Neuropsychologia* 28. pp. 71–80.
- Zatorre, R. J.** (1989) Perceptual asymmetry on the dichotic fused words test and cerebral speech lateralization determined by the carotid sodium amytal test. *Neuropsychologia* 27. pp. 1207–1219.
- Zatorre, R. J., Belin, P. and Penhune, V. B.** (2002) Structure and function of auditory cortex: music and speech. *Trends in Cognitive Sciences* 6. pp. 37–46.