

## A ZÖNGÉSSÉGI KONTRASZT ELSAJÁTÍTOTTSÁGÁNAK MINTÁZATA ATIPIKUS NYELVFEJLŐDÉS ESETÉN

S. Tar Éva

### Bevezetés

A zöngés/zöngétlen kontraszt produkcióban való megjelenítése komoly nehézséget jelent atipikus nyelvi fejlődésű gyermekeknek, beszédükben a neutralizáció tovább fellelhető, mint tipikus fejlődés esetén (pl. Leonard 2000; Hua–Dodd 2006). A zöngés/zöngétlen explozívák képzéséhez a fonológiai zöngésségi oppozíció elsajátításán túl számos artikulációs, laringális és respirációs mozzanat összehangolt működésére van szükség, mely az egyes beszédszervek működése, illetőleg a különböző beszédszervek közti aktivitás koordinálásának megfelelő szintű fejlettségét feltételezi. A beszédszervi működések (pl. a velofaringális kapu zárása a légyszájpad megemelésével, a szubglottális nyomás fenntartása folyamatos kilégzéssel, a hangszalagok zárása/nyitása, a szájüregi zár létrehozása/megszüntetése) többsége fellelhető a létrehozott hang akusztikai jellemzőiben. A szótag eleji explozívák esetében az egyik legtöbbször vizsgált paraméter a zöngeskedési idő (VOT), vagyis a szájüregi zár felpattanását jelző zörej és a zönges kezdete közti időintervallum (Lisker–Abramson 1964). A VOT értékéből a gégeműködés feletti kontroll megszerzésére (Koenig 2000), illetőleg a toldalékcso és a gégefő tevékenységének, vagyis az artikulációs (beszédhang-minőséget létrehozó) és fonációs (zöngéképzési) szakaszokban zajló izommozgásoknak idői összerendezettségére lehet következtetni (Abramson 1977).

Mivel a zöngésségi kontraszt fonetikai megvalósítása tekintetében különböző nyelvek eltérő megoldásokat választanak (pl. Lisker–Abramson 1964, 1967; Cho–Ladefoged 1999), elsajátításuk mintázata is ennek megfelelően különbözően alakulhat, annak gyorsaságát, illetőleg a hibázás természetét illetően egyaránt. A zöngeskedési idő alapján különbség mutatkozik az ún. előzöngét, illetőleg aspirációs kontrasztot használó nyelvek közt (Kager et al. 2007). Az aspiráló nyelvek közé tartozó angol nyelvben például a zöngétlen explozívák hosszú, pozitív VOT-vel jellemezhetők – ezek elsajátításában Macken és Barton (1980a) három fejlődési szakaszt különít el. Az első szakaszban a gyermek főként zéró vagy pozitív, rövid (< 20 ms) VOT-t produkál, majd a második szakaszban kezdi elkülöníteni a célfonéma zöngésségi értékének megfelelően a beszédhangokat, mégpedig úgy, hogy a zöngés szegmentum pozíciójában zéróhoz közeli VOT-t realizál, a zöngétlen célhan-

got pedig hosszabb, pozitív VOT-vel ejti. Ebben a fejlődési szakaszban azonban a zöngétlen célhang VOT értéke ( $< 40\text{ms}$ ) nem éri el az angol zöngétlenére jellemző hosszúságot, a realizált beszédhang ezért az észlelésben még zöngésként jelenik meg. A harmadik szakaszban, kb. 18–29 hónapos korra (Lowenstein–Nittrouer 2008) azonban a gyermek már a felnőtt számára is észlelhető módon képi a zöngétlen aspirált zárhangot. A pozitív, hosszú VOT-vel jellemezhető hangok két éves kor körüli megjelenése további bizonyítást nyert a kantoni nyelvet elsajátító gyermekek vizsgálatával is (Clumeck et al. 1981).

Az aspirációs kontraszttal jellemezhető nyelvekkel szemben például a spanyol, a holland vagy a francia előzöngével realizálja a zöngés explozívákat. Macken és Barton (1980b) a mexikói spanyol, Allen (1985) a francia nyelvre vonatkozóan azt találta, hogy az előzöngével képzett orális zárhang az aspirálnál dokumentálttól később, 4-5 éves korban jelenik meg a beszédben. A fonációs típusok fentiekben ismertetett elsajátítási sorrendjét támasztja alá Gandour és munkatársai (1986) tanulmánya is, amely a háromtagú oppozíciót használó thai nyelvre vonatkozóan szolgáltat adatokat. Az eredmények alapján a rövid, pozitív VOT, a hosszú, pozitív VOT és az előzöngé közti hármás differenciálást a thai gyermekek kb. ötéves korra sajátítják el, amikor is a hosszú, pozitív VOT-vel jellemezhető követően utolsóként megjelenik beszédükben az előzöngével képzett zöngés explozíva is.

Az előzöngét elsajátító gyermekek vizsgálatok továbbá az is kiderült, hogy a már elsajátított fonológiai oppozíciót a gyermekek különböző nyelvspecifikus stratégia (pl. spirantizáció, előnazalizálás, nazalizálás, illetőleg svábetoldás) segítségével jelenítik meg beszédükben addig is, míg a felnőtt nyelvre jellemző fonetikai viselkedést el nem sajátítják (pl. Macken–Barton 1980b; Allen 1985; Kuijpers 1993; Kong et al. 2007).

Az előzöngét, illetőleg aspirációs kontrasztot használó nyelvek fentiekben bemutatott elsajátítási sorrendje természetes módon az észlelt hibázás mintázatában is visszatükröződik. Míg az előzöngés nyelvet elsajátító gyermek szó eleji helyzetben jellemzően zöngétleníti a zöngés explozívákat, az aspirációs kontrasztot elsajátító ugyanebben a fonetikai helyzetben zöngéssel helyettesíti a zöngétlen célszegmentumot (Kager et al. 2007).

A különböző zöngésségi realizációk elsajátítási rendjét Kewley-Port és Preston (1974) aerodinamikai sajátosságokkal magyarázza. Aspirált zöngétlen explozívák produkciójakor a hangszalagok nyitott állását a szájüregi zár felpattanása után bizonyos ideig fenn kell tartani ahhoz, hogy az azonosításhoz szükséges hallható aspirációs zöreje létrejöhessen. Előzöngé esetén pedig az aerodinamikai sajátosságból adódó artikulációs nehézség abból adódik, hogy az explozíva zárszakasza alatt növekvő szájüregi levegő nyomása akadályozza a zöngé fennmaradását, szókezdő helyzetben (a hangszalagok tág lélegző állása miatt) annak megindítását is. Az előzöngé hosszabb idejű fenntartása a szájüreg méretének növelése révén lehetséges, mely – a passzívan bekövet-

kező változásokon túl – kompenzációs artikulációs mozzanatok beépítését igényli (pl. Ohala 1983), komplexebbé téve ezáltal a képzés módját. Összességében tehát elmondható, hogy az aspirált zöngétlen, illetőleg az előzöngével képzett explozívák elsajátítása, szemben a rövid, pozitív VOT-vel jellemezhető hangokéval, a laringális és szupralaringális működés pontosabb idői koordinálását feltételezi, és ezzel párhuzamosan komplexebb neuromuszkuláris kontrollt igényel.

Az észlelési adatok megerősítése céljából (vö. pl. Kent 1996, Farmer 1997), és mert az elsajátított fonológiai kontraszt fonetikai megvalósítására való törekvés gyakran csak szubfonémikus szinten tárható fel, számos VOT-elemzés született atipikus nyelvi adatok feldolgozásával is. Angol nyelvű specifikus nyelvi károsodást mutató gyermekek beszédmintájának elemzése szignifikánsan eltérő VOT-értékeket eredményezett a zöngétlennek észlelt zöngés célszegmentumok és azok zöngétlen párjai tekintetében, utalva arra, hogy a gyermekek fonológiai szinten a zöngésségi oppozíciót már elsajátították (vö. Leonard 2000). Perceptuálisan fel nem ismert, ugyanakkor akusztikailag elkülönülő hangzóprodukcióról számolnak be Aozou és munkatársai (2000) fluens afáziásokra vonatkozó kutatásokat összegezve, a zöngékezdési idő értékeiben fellelhető variabilitást ugyanakkor szerzett apraxia, illetőleg dysarthria jeleként tartják számon. A fonológiai fejlődés késését/zavarát mutató gyermekek szökezdő explozíváinak akusztikai elemzése szintén arra mutatott rá, hogy az auditoros alapú fonológiai vizsgálat során feltárt hasonló hibázások mögött nagyon is különböző produktív tudás állhat (pl. Maxwell–Weismer 1982; Gierut–Dinnsen 1986). Az észlelésben még nem azonosítható, azonban akusztikailag, a zöngékezdési idő értékeiben már szignifikánsan elkülönülő zöngés-zöngétlen explozívarealizáció [az irodalomban *fedett (covert) kontraszt*nak nevezett jelenség] klinikai szempontból is fontos fejlődési mutató, egyrészt az oki háttér természetének azonosítása (Scobbie et al. 2000), másrészt a prognózis megfogalmazása szempontjából. Tyler, Edwards és Saxman (1990) például fonológiai zavart mutató gyermekek terápiára való reagálását vizsgálva azt tapasztalta, hogy szubfonémikus szintű szembeállítást produkáló gyermekeknél a terápiában célzott kontraszt gyorsabban generalizálódott, mint azoknál, akik nem rendelkeztek ezzel a tudással.

A magyar nyelvben a zöngésségi oppozíció az explozívákat tekintve fonetikailag az előzöngével jellemezhető zöngés és a zöngétlen nem aspirált szembeállítással realizálódik (Gósy 2004). Gósy és Ringen (2009) felnőtt adatközlőktől szólista felolvasása révén nyert adatokat, és a szó eleji fonetikai helyzetben álló /p, t/ realizációkra átlagosan 9,7 és 16 ms VOT-értéket adatolt, míg a /b, d/ realizációk esetében –94,6 és –95,1 ms-ot; a zöngés célfonémák mindegyike előzöngével realizálódott. A zöngétlen bilabiális és alveoláris VOT-értéke szignifikánsan különbözött egymástól. Az átlagos eltérés, valamint a minimum- és a maximumértékek közti különbség a zöngés hangzók esetében volt magasabb, a képzési hely hatása a szóródási mutatókra

nem volt jelentős. Gósy (2000, 2001) intervokális helyzetben álló zöngétlen zárhangok VOT-értékeinek vizsgálata során ugyanakkor azt tapasztalta, hogy a hangok akusztikai sajátosságai eltérően alakulnak gondozott és spontán beszédben, a VOT értékét beszédstílustól függően befolyásolja a követő magánhangzó minősége, valamint az explozíva képzési helye. A /p/ és /t/ realizációk VOT-értéke nem különbözött gondozott beszédben, viszont jelentős volt a követő magánhangzó hatása, a minőségét meghatározó képzési tulajdonságok mindegyike vonatkozásában.

Bóna (2011) a zöngétlen mássalhangzók zöngékezdési idejét vizsgálva további olyan faktorra mutatott rá, mely hatással van a hangzók akusztikai sajátosságaira. Idősek és fiatalok kétféle beszédstílusból származó adatait elemezve azt találta, hogy a természetes idősödés következtében az elől képzett hangzók VOT-értéke nő, a különféle beszédhelyzetek nem befolyásolják az eredményt. A szerző a jelenséget az artikulációs tempó lassúbbodásával, illetőleg a beszédszervek működését érintő strukturális és fiziológiai változásokkal magyarázza.

Grácz (2012) az explozívarealizációk sajátosságait logatomokat tartalmazó mondatok felolvasásában és spontán beszédben elemezte olyan fonetikai jegyek mentén is, mint például a teljes mássalhangzó időtartamához viszonyított zöngétlen rész aránya és ezek összefüggése a képzési hellyel. A mondatfelolvasás adatai alapján abszolút szó eleji helyzetben 1. feltételezhetően a zöngé létrehozását könnyítendő, előfordul magánhangzós ejtésindítás; 2. a zöngésségi párok tagjai teljes mértékben elkülöníthetők a képzés alatt megjelenő zöngé/zöngétlenség arányával; 3. a zöngés mássalhangzók teljes időtartamához viszonyított zöngés részek aránya nem különbözik jelentősen a szó belseji intervokális helyzettől; 4. az alveoláris esetében a zöngearány a bilabiálisnál valamivel alacsonyabb átlagos értéket mutat.

További fonetikai jegyként Grácz és Kohári (2012) a zár-felpattanás kvantitatív sajátosságait vizsgálta zöngétlen realizációkban, rámutatva arra, hogy – laboratóriumi beszéd esetén – a felpattanás elmaradása ritkán, többszöri felpattanása gyakran (az esetek közel felében) előfordult, utóbbi ezen kívül gyakrabban alveoláris, mint bilabiális képzés esetén. A felpattanások mennyiségét a környező magánhangzó minősége statisztikailag igazolható módon csak a bilabiális esetében befolyásolta; a felpattanások mennyisége és képzési hely szerinti eloszlása a beszélők ejtési sajátosságainak is függvénye. A ketts, illetőleg többszörös felpattanás intenzitásbeli jellemzőit tekintve a szerzők azt találták, hogy a legintenzívebb felpattanás a legtöbbször az elsővel esett egybe.

Magyar gyermeknyelvi kutatásokból tudjuk, hogy bár az elől képzett (bilabiális, alveoláris) explozívák zöngésség szerinti elkülönítése a fonológiai fejlődés korai fejleménye, jelentős gyermekek közti eltérés tapasztalható a szóhatár pozícióban, különösen szóvégi helyzetben álló zöngés hangok korrekt produkcióját illetően (Meggyes 1971; Gósy 1984, 1998; Lőrík 1982, S. Tar

2006). A zöngés explozívák szóhatár pozícióban való korrekt ejtése nagy kihívást jelent atipikus nyelvi fejlődésű gyermek számára is. Elsődleges nyelvi zavart mutató, átlagosan 6;7 életkorú gyermekek beszédprodukciónak elemzése feltárta, hogy 60%-uk zöngétlenít szóhatár pozícióra előírt obstruent, az érintett elemek az esetek többségében zöngés explozívák, a hibázás gyakorisága – a tipikus fejlődésben tapasztaltaktól eltérően – mindkét szóhatár pozícióban hasonlóan alakul (S. Tar 2008).

Atipikus nyelvfejlődés esetén végbemenő zöngességi kontraszt elsajátításáról a magyar nyelvre vonatkozóan ez idáig kevés adat áll rendelkezésre. A jelen tanulmány célja, hogy elsődleges nyelvi zavarral diagnosztizált gyermekek zöngességre vonatkozó produkciós tudását észlelésalapú és akusztikai elemzés segítségével feltérképezze. A vizsgálat az explozívák közül a bilabiális és alveoláris párokra /p, b, t, d/ terjed ki, tekintve, hogy a gyermeknyelvi adatok szerint ezek azok a zárhangok, melyek hibás realizációja (az esetek döntő többségében) a zöngességi kontraszton kívül egyéb jegyet nem érint (szemben például a veláriséval, ahol a képzéshelyre vonatkozó kontraszt is érintett lehet). A zöngességi kontraszt elsajátíttóságát a zöngés célfonémák egyénenkénti korrekt ejtéseinek száma, illetőleg a teljes mintára vonatkozó zöngelkedési idő értékei alapján vizsgáltuk.

### **Anyag, módszer, vizsgálati személyek**

Az adatgyűjtés egy szélesebb körű vizsgálat részeként, képmegnevezés segítségével történt. Egy, a szegmentális fonológiai profil feltárására összeállított, egymorfémás főneveket ábrázoló képanyag 19 iteme volt a jelen vizsgálat anyaga. A képek által megjelenített szóalak a célfonémát szó eleji CV szekvenciában, fonémánként legalább négy különböző fonetikai környezetben tartalmazta, melyek közül egyben a követő magánhangzó felső nyelvállású volt. A szótagszám 1–3 között váltakozott.

A gyermek produkcióját (összesen 285 szót) lejegyeztük, ezenkívül Sony ICD–MS525 típusú diktafonnal rögzítettük. A vizsgálatra egyénileg, a gyermek óvodájában, egy csendes helyiségben került sor.

A vizsgálati anyagon kétféle elemzést végeztünk. Az észlelésalapú vizsgálatban a fonematikus átírással lejegyzett anyagot gyermekenként elemeztük, az értékelés alapja a fonémarealizáció helyessége (a célfonémának megfelelő realizáció), illetőleg a hibázás jellege volt. A perceptuálisan nem egyértelmű realizációt inkorrektnek értékeltük. Az inkorrekt produkciót a szerint kategorizáltuk, hogy zöngességi értéket érintett-e a hibázás, vagy egyéb más tulajdonságot.

Az akusztikai vizsgálat során a digitálisan rögzített hanganyagot a Praat 5.3. szoftverrel (Boersma–Weenink 2011) elemeztük. Az adatolást a hangszínkép és az oscillogram alapján manuálisan végeztük. A zöngelkedési idő meghatározásához egyrészt a zárszakasz feloldásának kezdetét, másrészt az abszolút zöngéindulást jelöltük. Többszörös felpattanás esetén az elsőt figye-

lembe véve mértük az időtartamot. Negatív VOT meghatározásánál az időintervallum a zöngé megindulásától a(z) (első) felpattanás kezdetéig tartott, beleértve az esetlegesen előforduló néma szakaszt (a részben zöngétlenedett adatokat) is. Összesen 265 VOT-értéket mértünk. A nem elemzett szóalakok azok voltak, melyekben a célfonéma nem zárhangként realizálódott, vagy frázisban hangzott el, zajos volt a felvétel, illetőleg nazális betoldással vagy előnazalizációval képződött a zöngé. Az akusztikai elemzés a korrektség megítélésére, illetőleg a zöngékezdési idő meghatározására tért ki. A korrektség megítélésének alapja ebben az esetben a realizáció VOT-értékének pozitív, illetőleg negatív tulajdonsága volt.

Az egyénenkénti korrekt ejtések számán alapuló elsajátíthatóságmintázatot három kategória mentén írtuk le: 1. nincs várt ejtés, 2. legalább két várt ejtés, 3. mindegyik realizáció korrekt. Elsajátítottnak vettünk egy fonémát, ha a gyermek legalább kétszer korrekten (az elemzési szempont alapján vártnak megfelelően) realizálta azt. A korrekt ejtés gyakoriságának megítéléséhez a perceptuális és akusztikai elemzés eredményeit összevetettük.

A statisztikai elemzéshez az SPSS 17.0. szoftvert használtuk.

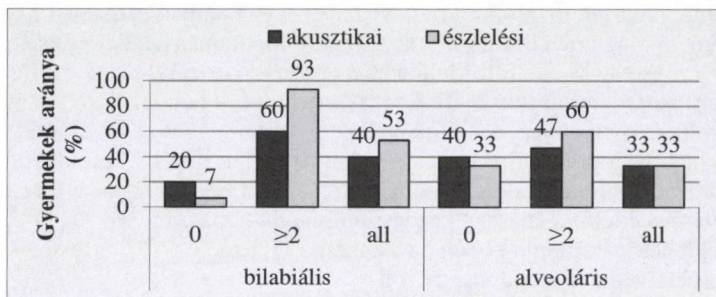
A vizsgálatban 15 5;6–7;7 éves korú, a nyelvfejlődés elsődleges zavarával diagnosztizált gyermek, 11 fiú és 4 leány vett részt. Átlagéletkoruk 6;7 év volt. Intelligenciakvóciensük az átlagos övezetbe esett. Az atipikus beszédfejlődés hátterében organikus, funkcionális vagy pszichoszociális okot, illetőleg a környezeti beszédingerek deficitjét nem lehetett kimutatni.

## **Eredmények**

### **A korrekt ejtések száma alapján vett zöngésségi kontraszt-elsajátíthatóság mintázata**

A vizsgált fonémarealizációk észlelési adatainak és akusztikai elemzésének összevetése alapján a bilabiálisra vonatkozóan 88%-os, az alveolárisra 93%-os az egyezés. Mindkét esetben a zöngésnek észlelt adatok bizonyulnak tévesnek.

A két vizsgálati eljárásból nyert eredmények közti nagyfokú egyezés ellenére az akusztikai elemzés eredményeként változnak az elsajátíthatóság mintázata leírásához választott kategóriaértékek (1. ábra). A legalább két korrekt realizáción alapuló korrekt ejtés aránya csökken, az elsajátíthatóság bilabiálisra vonatkozóan 60%, alveolárisra 47%. Célszótól független korrekt ejtés a képzési hely tekintetében megközelítőleg hasonló arányban jellemzi a gyermekeket, a bilabiálist 40%-uk, az alveolárist 33%-uk ejti megfelelően. Azon gyermekek aránya, akik mindegyik célszóban zöngétlenül valósítják meg a zöngés célfonémát, az észlelésalapú elemzés eredményeihez képest nő, alveolárisra vonatkozóan a gyermekek közel fele (40%) sikertelen a korrekt produkcióban, szemben a bilabiálisra vonatkozó 20%-os értékkel.



1. ábra

A vizsgált gyermekek százalékos aránya az észlelési és akusztikai elemzés alapján korrektnek értékelt zöngés mássalhangzók száma alapján

A gyermeki hibázások az esetek többségében a zöngességet érintik, a bilabiális esetében a nem célfonémának megfelelő realizáció 90%-a, az alveoláris 96%-a a zöngességi pár zöngétlen tagja.

#### A zöngkezdesi idő értékei

A VOT-elemzés időtartamra vonatkozó eredménye az 1. táblázatban látható. A táblázatban a vizsgált gyermekekre vonatkozó átlagos VOT-érték, valamint két szóródási mutató (átlagos eltérés, terjedelem) mellett – a célértékkel való könnyebb összevethetőség érdekében – Gósy és Ringen (2009) felnőtt beszédmintáiban mért, szó eleji pozícióra kapott VOT-értékei is szerepelnek.

1. táblázat: A célfonémák korrektség szerinti realizációinak VOT-értékei és szóródási mutatói (Az *n* értéke az adott fonetikai kategóriában elemzett előfordulások számát jelöli)

	Átlag		Időtartam (ms)		Terjedelem	
	Gyermek	Felnőtt	Gyermek	Felnőtt	Gyermek	Felnőtt
[p]	21,7 (n = 69)	9,7	16,5	5,4	106	30,8
[t]	24,5 (n = 74)	16	16,7	6,7	99	38,2
Zöngétlenül ejtett bilabiális (/b/)	32,9 (n = 29)	–	44,2	–	190	–
Zöngétlenül ejtett alveoláris (/d/)	24,8 (n = 32)	–	11,7	–	44	–
[b]	–91,2 (n = 34)	–94,6	34,3	28,1	140	178,4
[d]	–84,7 (n = 27)	–95,1	54,8	29,8	170	152,7

A **célfonémának megfelelő realizációk** átlagos VOT-értékei a felnőtt nyelvben mért eloszlási adatokat tükrözik, időtartamuk azonban a zöngétlenekre nézve jelentősen hosszabb (különbség bilabiálisra: 12 ms; alveolárisra: 8,5 ms), a zöngések esetében (arányait tekintve) mérsékeltlen rövidebb (különbség bilabiálisra: 3,4 ms; alveolárisra: 10,4 ms). A szóródási mutatók a zöngés bilabiálisra vonatkozó terjedelemértéktől eltekintve magasabbak a gyermekek beszédmintájában, mint a felnőttekében, különösen figyelemre méltó a zöngétlenek terjedelemmutatója tekintetében adatolt eltérés (bilabiálisra: 75,2 ms; alveolárisra: 60,8 ms).

A **zöngés célfonémák zöngétlen realizációi** átlagos VOT-értéke a rövid, pozitív VOT kategóriába esik. Kategórián belül a zöngétlen korrekt és zöngés inkorrekt realizációk közt a bilabiálisra vonatkozó átlagos értékek közt jelentős eltérés tapasztalható (bilabiálisra: 11,2 ms; alveolárisra: 0,3 ms). A zöngétlenül ejtett bilabiális realizációk szóródási értékei a bilabiális zöngétlenéhez viszonyítva lényegesen magasabbak (zöngétlenül ejtett *b* és *p* kategóriák közti különbség: átlagos eltérés: 27,7 ms; terjedelem: 84 ms). Az inkorrekt bilabiális szóródási értékével szemben a zöngétlenül ejtett alveoláris realizációk a vizsgált fonéma megvalósulások legstabilabbjának bizonyulnak (átl. elt.: 11,7 ms; terjedelem: 44 ms).

A zöngétlen realizációk terjedelemértékei azon kívül, hogy jelentős mértékű variabilitást jeleznek, arra is rámutatnak, hogy a realizációk közt akad olyan, melynek VOT-értéke nem illeszkedik a magyar nyelvre jellemző fonetikai zöngésségi kategóriák egyikéhez sem (ilyen pl. az „erősen aspirált” kategória, vö. Cho és Ladefoged 1999).

A gyermeki mintában mért **zöngétlen realizációk** átlagos VOT-értékeire megállapítható, hogy – tekintet nélkül a célfonéma zöngésségi értékére – a képzési hely nem befolyásolja szignifikánsan az átlag zöngékezdesi időt; valamint nem mutatkozik statisztikailag szignifikáns eltérés a zöngétlen és a zöngétlenül ejtett zöngés célfonémák realizációi közt sem (egytényezős ANOVA  $F(3, 200) = 1,76, p = 0,16$ ).

A **zöngétlen realizációk célszavankénti VOT-értékeit** a 2. és 3. táblázat foglalja össze. A korrekt zöngétlen hangok átlagos VOT-értékei közt – a legrövidebb és leghosszabb idők közti jelentős különbség ellenére (bilabiálisra: 14,2 ms; alveolárisra: 14,0 ms) – nincs statisztikailag igazolható eltérés (egytényezős ANOVA bilabiálisra:  $F(4, 64) = 2,07, p = 0,09$ ; alveolárisra:  $F(4, 69) = 1,51, p = 0,21$ ). A zöngékezdesi időt nem befolyásolja egyértelműen a követő magánhangzó nyelvvállásfoka. A VOT-értékek sorrendje a felső állású felé haladva: 16,3 és 17 ms; 19,6 és 30,5 ms; 25 ms a bilabiálisra, valamint 23,9 ms; 18,9–25 ms; 32,9 ms az alveolárisra vonatkozóan. Az irodalomban dokumentált sorrendtől (magasabb nyelvvállású követő magánhangzó hosszabb zöngékezdesi időt eredményez (pl. Lisker–Abramson 1967; magyar intervokálisra Gósy 2000, 2001) való eltérést a /pohar:/, illetőleg a /ta:jko/ szavak vártnál magasabb VOT-értékei okozzák.

2. táblázat: A zöngétlen fonémák realizációinak célszavankénti VOT-értékei

Célszó	Időtartam (ms)	
	Átlag	Átlagos eltérés
/poɦa:r/	30,5	25,3
/piʒomɔ/	25,4	22,6
/pɔc:/	19,6	7,6
/pɔputʃ/	17,0	4,9
/perets/	16,3	8,0
/ty:/	32,9	22,3
/teɦe:n/	25,0	22,0
/ta:ʃkɔ/	23,9	15,6
/templom/	21,6	8,6
/telefon/	18,9	7,3

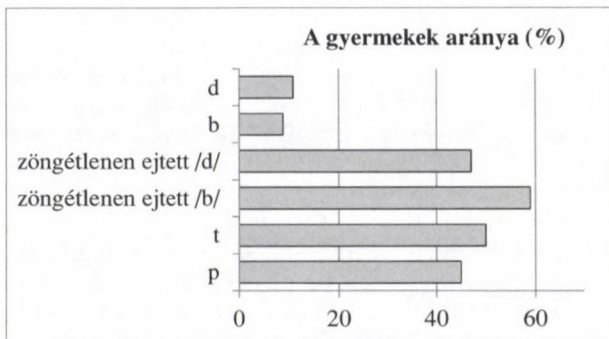
3. táblázat: A zöngés fonémák zöngétlen realizációinak célszavankénti VOT-értékei

Célszó	Időtartam (ms)	
	Átlag	Átlagos eltérés
/bus/	68,5	89,1
/boɖɔ/	46,3	65,0
/boɦo:ts/	24,7	8,6
/boɦoj/	21,4	9,7
/be:jeg/	17,7	3,8
/doboz/	29,3	11,6
/dij:ɛ/	26,7	13,1
/domino/	21,2	9,8
/dɔra:ʒ/	20,6	12,2

Az inkorrekt zöngétlen megvalósulások VOT-értékeire a minta kis elemszáma miatt (célszavanként átlagosan 7 realizáció) nem végeztünk statisztikai számításokat, az adatok azonban ennek hiányában is informatívnak bizonyulnak. A leghosszabb és legrövidebb átlagos VOT-érték közti különbség bilabiális képzési helyen számottevő (bilabiális: 50,8 ms; alveoláris: 8,7 ms). Ebben a kategóriában két célszóban is (/bus/, /boɖɔ/) kiugróan magas zöngkezdesi időt adatoltunk, azonban az átlagos eltérés is ezekre a szavakra vonatkozóan a legmagasabb. A zöngétlenül ejtett bilabiális realizációk VOT-értékeinek fentiekben ismertetett jelentős szóródása tehát magyarázható a néhány célszóban adatolt szélső értékekkel.

Az átlag zöngelkedési idők közti relatív eltérés ebben az esetben sem követi egyértelműen a követő magánhangzó nyelvállásfoka alapján várt sorrendet (felső nyelvállás felé haladva az értékek bilabiálisra: 21,4 ms; 17,7–46,3 ms; 68,5 ms; alveolárisra 20,6 ms; 21,2–29,3 ms és 26,7 ms).

Az elemzés során tapasztalt, **egyéb fonetikai jegyek** tekintetében vett sajátosság az egynél több felpattanást mutató fonémamegvalósulások magas, összességében az elemzett szavak 40%-ában adatolt aránya. A jelenség elsődlegesen a zöngétlen realizációkat jellemzi, függetlenül a célfonéma zöngésségi értékétől, illetőleg képzési helyétől (2. ábra). A felpattanások intenzitását illetően a mintázat jellemzően úgy alakul, hogy egy gyenge felpattanást követ egy vagy több erősebb intenzitású felpattanás.



2. ábra

Egynél több felpattanást mutató célfonéma-realizációk kategóriánkénti százalékos aránya

A zöngés realizációk zárszakasza az esetek döntő többségében teljes zöngével realizálódik. Néma szakaszt a zöngés bilabiális 2%-a, az alveoláris 11%-a foglal magában. A zöngétlen szakasz a zárképzés végén, a felpattanás előtt valósul meg, időtartama egy kivételtől (60 ms) eltekintve 10 ms körüli.

### Következtetések

A jelen tanulmány célja, hogy a zöngésségi kontraszt elsajátíttóságmintázatát 5;6 évesnél idősebb (6;7 éves átlagéletkorú) elsődleges nyelvi zavart mutató gyermekek képmegnevezéssel kiváltott beszédprodukciónak elemezve feltárja. A kontraszt meglétét szó eleji CV helyzetben levő bilabiális és alveoláris képzési helyű explozívákban észlelés alapján történő és akusztikai elemzés során nyert adatokkal vizsgálta.

A rögzített adatok 8%-án nem történt akusztikai elemzés, a kizárás oka többnyire a zöngés célfonémák nazalizált vagy nazális betoldásával történő megvalósítása volt. A jelenség ugyanakkor tovább vizsgálendő, mivel az orr-

üreg felé vezető út megnyitását az előzöngye létrehozásakor fennálló aerodinamikai nehézsége leküzdése egyik stratégiájaként tartja számon az irodalom (pl. Ohala 2011), és előzöngés nyelvet elsajátító gyermekek is gyakran élnek ezzel a felnőttétől eltérő zöngképzési stratégiával (Allen 1985, Kong et al. 2007).

Az akusztikai elemzés eredménye, valamint az észlelési adatok közt nagyfokú egyezés tapasztalható, a két elemzési mód eredménye közti eltérés 10% körüli, és a korrektnek észlelt zöngés realizációkat érint. A zöngésnek észlelt, ugyanakkor a regisztrátumon pozitív VOT-vel jellemezhető realizációk VOT-értéke nem tér el a zöngétlennek észlelt realizációk zöngékezdési idejétől, a téves azonosítás hátterében a zöngékezdési időn kívüli tényezők állhatnak.

A korrektnek észlelt itemek száma alapján értelmezett elsajátítottság mintázata az akusztikai elemzés eredményeként módosul, csökken azon gyermekek száma, akikre a kritériumfeltétel teljesül, és nő azoké, akik egy célszóban sem realizálnak zöngés fonémát. A vizsgálat ezen eredménye megerősíti az az irányú törekvéseket, melyek a klinikum területén is hasznosnak és szükségesnek tartják az objektív mérési eljárások alkalmazását (Kent 1996; Ball–Code 1997; Auzou et al. 2000; Howard–Heselwood 2011), illetőleg a beszéd finomabb eltéréseit is megragadó fonetikai átírást (Hewlett–Waters 2004; Munson et al. 2010; McLeod–Goldstein 2012).

Az egyénenkénti elemzés eredményeit összegezve elmondható, hogy a vizsgált gyermekek nagy részének problémát jelent a szó eleji zöngésségi kontraszt produkcióban való megjelenítése, bár a probléma természete különböző lehet. A feltételezhető okok alapján három, az elsajátítás különböző szakaszában álló fejlődési csoportot lehet elkülöníteni:

1. Az egyénenként legalább két korrekt ejtést alapul véve a gyermekek 60%-a a bilabiális, 47%-a az alveoláris helyre elsajátította a fonológiai zöngésségi kontrasztot – a fejlettség feltárására irányuló kutatásokban szokásosan alkalmazott 75%-os csoportszintű kritériumszintet figyelembe véve (vö. pl. Smit et al. 1990) tehát egyik zöngés szegmentum sem tekinthető elsajátítottnak –; kétharmaduk fonetikai környezetől függetlenül realizálja a zöngés explozívákat.

2. A nyelvi kontrasztot elsajátító gyermekek fennmaradó egyharmada alkotja a második csoportot, ők azok, akik csak bizonyos szavakban ejtik a zöngés explozívát, számukra a meglévő fonológiai tudás környezetfüggetlen kivitelezése jelent kihívást.

3. A harmadik csoportba tartozó gyermekek nem rendelkeznek a kivitelezés feltételéül szolgáló fonológiai tudással sem, a vizsgált gyermekek egyötöde képzési helytől függetlenül, további egyötödük alveoláris képzési helyen nem ejt zöngés explozívát.

A VOT-értékek elemzése a gyermekek fonetikai viselkedésének további sajátosságát tárta fel. A célfonémának megfelelően realizált beszédhangok zöngékezdési értékeinek jellemzői (a felnőtteknél tapasztalhoz képest hosz-

szabb pozitív, illetőleg rövidebb negatív VOT-érték, valamint a nagyobb variabilitás) arra engednek következtetni, hogy bár a gyermekek egy része elsajátította az artikulációs és laringális gesztusok nyelvspecifikus koordinálását lehetővé tevő tudást, mégpedig oly mértékben, hogy az az észlelésben is kifejeződik, a zöngésségi kontraszt kivitelezéséhez szükséges koordinációs ügyesség még nem érte el a felnőttre jellemző mértéket. A motoros kontroll fejlődő voltára (pl. a bilabiális hangok felnőttitől eltérő képzése vö. Green et al. 2000) utalhat az a vizsgálati eredmény is, mely szerint a felnőttek zöngétlen explozívái VOT-értékének a képzési hely függvényében történő változása (Gósy–Ringen 2009) a vizsgált gyermekcsoport átlagos VOT-értékeiben nem lehető fel.

A zöngés célfonémák zöngétlenül realizált beszédhangjainak zöngékezdési ideje és a zöngésségi pár zöngétlen tagjára vonatkozó értékek eloszlása nem utal szubfonémikus szintű kontraszt megvalósítására. A VOT értékeinek eloszlási mintázata tehát megerősíti azt a fenti megállapítást, mely szerint a vizsgálatban szereplő gyermekek 20%-a a bilabiálisra sem, 40%-a az alveolárisra nézve nem sajátította el a fonológiai zöngésségi kontrasztot szó eleji fonetikai helyzetben. Esetükben a tipikus fejlődéshez képest jelentős, több éves az elmaradás.

A vizsgált gyermekek fonetikai viselkedésük alapján a Scobbie és munkatársai (2000) által javasolt, négy szakaszból álló elsajátítási modell első, illetőleg harmadik szakaszába sorolhatók. Az első csoportba tartozók beszédmintájában nincs észlelhető különbség a zöngés és zöngétlen célfonémák realizációi közt, a harmadik csoport tagjai pedig ún. éretlen kontrasztot produkálnak, tehát a nyelvre jellemző akusztikai kulcsot a felnőttitől eltérő értékkel használják. Miután azonban a zöngékezdési idővel történő elkülönítés nem az egyetlen módja a zöngésségi kontraszt megvalósításának, nem zárható ki, hogy az első csoportba tartozó gyermekek vagy legalábbis egy részük, a felnőttétől eltérő stratégiát választott a zöngés fonéma realizálásához (lásd pl. a jelen vizsgálatban nem elemzett, a zárszakaszban nazális zöngét tartalmazó hangzók szerepét).

A VOT-értékekben tapasztalt, felnőttekénél jelentősebb mértékű variabilitás a gyermeki produkció sajátossága. A gyermek fonetikai viselkedésének e tulajdonsága utalhat arra, hogy az explozívák zöngékezdési idő alapján történő szembeállításának kivitelezését lehetővé tevő beszédsvervi működések idői összerendezésének neurális irányítása még folyamatban van. Az oralmotoros reflex fejlődésének átmeneti időszaka (Smith 2010), illetőleg a hangszalagok, valamint a légzőrendszer életkorhoz köthető strukturális változása, az ezek következtében előálló aerodinamikai tényezők, továbbá a gége beszéd céljából való működtetése önmagában is (Koenig 2000) eredményezhet gyermekekenti eltéréseket a zöngékezdési idő értékeiben. A nagymértékű variabilitás ugyanakkor motoros tervezési zavar jele is lehet (Auzou et al. 2000). Annak eldöntése, mennyiben tekinthető életkori sajátosságnak, illető-

leg mennyiben a zavart fejlődés jelének a vizsgálat adataiban tapasztalt variabilitás, további kutatásokat kíván. A komplexebb neuromuszkuláris kontrollt igénylő, előzőngével képzett hangok VOT-értékei közt fellelhető variabilitás magyarázható a fentiekben említett életkori tényezővel. A zöngétlen hangok esetében adatolt magas szóródási értékek értelmezéséhez azonban tipikus fejlődésről számot adó adatokra lenne szükség annak megítéléséhez, hogy vajon ebben az esetben is a motoros kontroll fejlődésének adott életszakaszra jellemző variabilitásával van-e dolgunk.

A zöngेkezdési idő értékét a fonetikai környezet – bár nem statisztikailag igazolt mértékben – befolyásolja, azonban a felnőtt beszédben tapasztalttól eltérően néhány esetben nem a követő magánhangzó nyelválásfoka a leginkább ható tényező. A tipikus fejlődésről számot adó és célzottan a fonetikai környezet (követő magánhangzó egyéb minőségi jellemzői, illetőleg a teljes szó fonetikai tulajdonsága, szótagszám) hatását feltáró vizsgálatokra van szükség annak eldöntéséhez, hogy életkori jelenségnek vagy az atipikus fejlődés jelének tekinthető-e a fonetikai környezet jelen vizsgálatban tapasztalt mértékű és természetű befolyásoló hatása.

Az elemzett beszédminta felnőttitől való eltérését mutatja a pozitív VOT realizálódásokban, különösen a bilabiálisokéban adatolt többszörös felpattanások magas száma is, valamint az intenzitás mintázata (vö. Grácz–Kohári 2012). E jelenség esetén szintén felmerül a kérdés, hogy a jelenség a respirációs, laringális és artikulációs működések kontrollálásának életkori sajátosságából adódik, vagy esetleg időzítési problémára utal, illetőleg hogy egyáltalán módszertanilag indokolt-e a felpattanások kvantitatív jellemzőit a háttérben zajló motoros folyamatok jeleként vizsgálni, értelmezni.

### Összefoglalás

A jelen vizsgálat eredményeit összegezve elmondható, hogy a mintában szereplő atipikus nyelvi fejlődésű gyermekek zöngésségi kontrasztot érintő produkciós tudása még nem teljes, jóllehet az elsajátíttottság foka/természete tekintetében jelentős gyermekek közti eltérés tapasztalható. A kizárólag perceptuális elemzésre támaszkodó vizsgálat néhány esetben téves következtetésekhez vezetett volna a hiányosság fonológiai, illetőleg fonetikai jellegének elkülönítésében. A nyelvi kontraszt elsajátíttottságának megítéléséhez a VOT értéke szükséges, de nem elégséges mutató, valamint sok esetben további adatnyerési módszerre (pl. egy adott item többszöri ismétlésére), illetőleg a tipikus fejlődésről számot adó viszonyítási pontra lenne szükség a háttérben álló okok természetének, a mintázat atipikus voltának pontosabb megítéléséhez.

### Irodalom

Abramson, Arthur S. 1977. Laryngeal timing in consonant distinctions. *Phonetica* 34. 295–303.

- Allen, George D. 1985. How the young French child avoids the pre-voicing problem for word-initial voiced stops. *Journal of Child Language* 12. 37–46.
- Auzou, Pascal – Özsancak, Canan – Morris, Richard J. – Jan, Mary – Eustache, Francis – Hannequin, Didier 2000. Voice onset time in aphasia, apraxia of speech and dysarthria: a review. *Clinical Linguistics and Phonetics* 14. 131–150.
- Ball, Martin J. – Code, Chris (eds.) 1997. *Instrumental clinical phonetics*. Whurr, London.
- Boersma, Paul – Weenink, David 2011. *Praat: doing phonetics by computer* (Version 5.3.). [http://www.fon.hum.uva.nl/praat/download\\_win.html](http://www.fon.hum.uva.nl/praat/download_win.html)
- Bóna Judit 2011. A [p, t, k] mássalhangzók zöngelkedési ideje idősek és fiatalok spontán beszédében és felolvasásában. *Beszédkutatás* 2011. 61–73.
- Cho, Taehong – Ladefoged, Peter 1999. Variation and universals in VOT: Evidence from 18 languages. *Journal of Phonetics* 27. 207–229.
- Clumeck, Harold – Barton, David – Macken, Marlys A. – Huntington, Dorothy A. 1981. The aspiration contrast in Cantonese word-initial stops: data from children and adults. *Journal of Chinese Linguistics* 9. 210–224.
- Gandour, Jack – Petty, Soranee H. – Dardarananda, Rochana – Dechongkit, Sumalee – Mukngoeng, Sunee 1986. The acquisition of the voicing contrast in Thai: A study of voice onset time in word-initial stop consonants. *Journal of Child Language* 13. 561–572.
- Farmer, Alvirda 1997. Spectrography. In Ball, Martin J. – Code, Chris (eds.): *Instrumental clinical phonetics*. Whurr, London, 22–64.
- Gierut, Judith A. – Dinnsen, Daniel 1986. On word-initial voicing: Converging sources of evidence in phonologically disordered speech. *Language and Speech* 29. 97–114.
- Green, Jordan R. – Moore, Christopher A. – Higashikawa, Masahiko – Steewe, Roger W. 2010. The physiologic development of speech motor control: Lip and jaw coordination. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research* 43. 239–255.
- Gósy Mária 1984. *Hangtani és szótani vizsgálatok hároméves gyermekek nyelvében*. Nyelvtudományi Értekezések 119. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Gósy Mária 1998. A szavak hangalakjának változása a gyermeknyelvben. *Beszédkutatás* '98. 1–39.
- Gósy Mária 2000. A [p, t, k] mássalhangzók zöngelkedési ideje. *Magyar Nyelvőr* 124. 195–204.
- Gósy, Mária 2001. The voice onset time of the Hungarian voiceless plosives in words and in spontaneous speech. *International Journal of Speech Technology* 3-4. 155–164.
- Gósy Mária 2004. *Fonetika, a beszéd tudománya*. Osiris, Budapest.
- Gósy, Mária – Ringen, Catherine O. 2009. *Everything you always wanted to know about VOT in Hungarian*. Előadás az ICSH 2009 kongresszuson, Debrecenben, 2009 szeptember 1. [http://icsh9.unideb.hu/pph/handout/Ringen\\_Gosy\\_handout.pdf](http://icsh9.unideb.hu/pph/handout/Ringen_Gosy_handout.pdf) (A letöltés ideje: 2012. április 6.)
- Gráczy Tekla Etelka 2011. Intervokális explozívák a zöngésségi oppozíció függvényében. *Beszédkutatás* 2011. 46–60.
- Gráczy Tekla Etelka 2012. *Zörejangok akusztikai fonetikai vizsgálata a zöngésségi oppozíció függvényében*. PhD-értekezés. ELTE, Budapest.

- Grácsi Tekla Etelka – Kohári Anna 2012. A zöngेkezdési idő egy módszertani kérdés függvényében. In Markó Alexandra (szerk.): *Beszédtudomány. Az anyanyelv-elsajátítástól a zöngेkezdési időig*. ELTE BTK–MTA NYTI, Budapest, 228–248.
- Hewlett, Nigel – Waters, Daphne 2004. Gradient change in the acquisition of phonology. *Clinical Linguistics and Phonetics* 18/6–8. 523–533.
- Howard, Sarah – Heselwood, Barry 2011. Instrumental and perceptual phonetic analysis: The case for two-tier transcriptions. *Clinical Linguistics and Phonetics* 25/11–12. 940–948.
- Hua, Zhu – Dodd, Barbara (eds.) 2006. *Phonological development and disorders in children: A Multilingual Perspective*. Multilingual Matters. Clevedon, Buffalo, Toronto.
- Kager, René – van der Feest, Suzanne – Fikkert, Paula – Kerkhoff, Annemarie – Zamuner, Tania S. 2007. Representations of [voice]: Evidence from Acquisition. In van der Torre, Erik J. – Weijer, Jeroen van de (eds.): *Voicing in Dutch: (De)voicing – phonology, phonetics, and psycholinguistics*. Benjamins, Amsterdam.
- Kewley-Port, Diane – Preston, Malcolm S. 1974. Early apical stop production: A voice onset time analysis. *Journal of Phonetics* 2. 195–210.
- Kent, Raymond R. 1996. Hearing and believing: Some limits to the auditory-perceptual assessment of speech and voice disorders. *American Journal of Speech-Language Pathology* 5/3. 7–23.
- Koenig, Laura L. 2000. Laryngeal factors in voiceless consonant production in men, women, and 5-year-olds. *Journal of Speech, Language and Hearing Research* 43/5. 1211–28.
- Kuijpers, Cecile T. L. 1993. Temporal aspects of the voiced-voiceless distinction in speech development of young Dutch children. *Journal of Phonetics* 21. 313–327.
- Kong, Eunjong – Beckman, Mary E. – Edwards, Jan 2007. Fine-grained phonetics and acquisition of Greek voiced stops. In Trouvain, Jürgen – Barry, William J. (eds.): *Proceedings of the XVIIth ICPHS*. Saarbruecken. 865–868.
- Leonard, Laurence B. 2000. *Children with specific language impairment*. The MIT Press, Cambridge–London.
- Lisker, Leigh – Abramson, Arthur S. 1964. A cross-language study of voicing in initial stops: acoustical measurements. *Word* 20. 384–422.
- Lisker, Leigh – Abramson, Arthur S. 1967. Some effects of context on voice onset time in English stops. *Language and Speech* 10. 1–28.
- Lowenstein, Joanna H. – Nittrouer, Susan 2008. Patterns of acquisition of native voice onset time in English-learning children. *Journal of the Acoustical Society of America* 124/2. 1180–1191.
- Lőrík József 1982. Állami gondozott óvodások szegmentumállományának fejlettsége. *Gyógypedagógiai Szemle* 10/2. 100–112.
- Macken, Marlys A. – Barton, David 1980a. The acquisition of the voicing contrast in English: A study of voice onset time in word-initial stop consonants. *Journal of Child Language* 7. 41–74.
- Macken, Marlys A. – Barton, David 1980b. The acquisition of the voicing contrast in Spanish: a phonetic and phonological study of word-initial stop consonants. *Journal of Child Language* 7. 433–458.

- McLeod, Sharynne – Goldstein, Brian (eds.) 2012. *Multilingual aspects of speech sound disorders in children. Communication disorders across languages 6*. Multilingual Matters, Bristol, New York, Ontario.
- Maxwell, Edith M. – Weismer, Gary 1982. The contribution of phonological, acoustic and perceptual techniques to the characterization of a misarticulating child's voice contrast for stops. *Applied Psycholinguistics* 3. 29–43.
- Munson, Benjamin – Edwards, Jan – Schellinger, Sarah – Beckman, Mary E. – Meyer, Marie K. 2010. Deconstructing phonetic transcription: Covert contrast, perceptual bias, and an extraterrestrial view of Vox Humana. *Clinical Linguistics and Phonetics* 24/4–5. 245–260.
- Ohala, John J. 1983. The origin of sound patterns in vocal tract constraints. In MacNeilage, Peter F. (ed.): *The production of speech*. Springer-Verlag, New York, 189–216.
- Ohala, John J. 2011. Accommodation to the aerodynamic voicing constraint and its phonological relevance. In Lee, Wai-Sum – Zee, Eric (eds.): *Proceedings of the XVIIth ICPHS*. Hong Kong. 64–67.
- Scobbie, James M. – Gibbon, Fiona – Hardcastle, William J. – Fletcher, Paul 2000. Covert contrast as a stage in the acquisition of phonetics and phonology. In Broe, Michael B. – Pierrehumbert, Janet B. (eds): *Papers in Laboratory phonology V: Acquisition and the lexicon*. Cambridge University Press, London, 192–203.
- Sebestyénné Tar Éva 2006. *A 3-6 éves kori fonológiai fejlődés kronológiai mintázata a magyarban*. Open Art, Budapest.
- Sebestyénné Tar Éva 2008. *Az atipikus nyelvi fejlődés szegmentális fonológiai szintjének elemzése*. PhD-értekezés. PTE, Pécs.
- S. Meggyes Klára 1971. *Egy kétéves gyermek nyelvi rendszere*. Nyelvtudományi Értekezések 73. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Smit, Ann B. – Hand, Linda – Freilinger, Joseph – Bernthal, John E. – Bird, Ann 1990. The Iowa articulation norms project and its Nebraska replication. *Journal of Speech and Hearing Disorders* 55. 779–798.
- Smith, Anne 2010. Development of neural control of orofacial movements for speech. In Hardcastle, William J. – Laver, John – Gibbon, Fiona E. (Eds.): *Handbook of phonetic sciences*. Blackwell, Oxford.
- Tyler, Ann A. – Edwards, Mary L. – Saxman, John H. 1990. Acoustic validation of phonological knowledge and its relationship to treatment. *Journal of Speech and Hearing Disorders* 55. 251–261.