

Gyermekek magánhangzói 7 és 13 éves kor között

Ausmann Anita

Bevezetés

A gyermekek születésük utáni első éveik során fokozatosan sajátítják el az anyanyelvüket. Beszédükben először jellemzően mennyiségi fejlődés, majd 6 éves kor után inkább finom minőségi változások figyelhetők meg (Gósy 2005). A gögicselés jellemzően egyetlen hangféleséggel indul, amely a későbbi *ö, á* magánhangzókra hasonlít. Később már inkább hangkapcsolatokat, hangsorokat artikulálnak a csecsemők, ahol az *e, o, u* magánhangzókra emlékeztető hangok is megjelennek. 6 hónapos korra egyre gyakrabban artikulálják az *a* hangot. Az *i* és *é* magánhangzók az első év utolsó negyedében jelennek meg. 12 és 24 hónapos korra meglehetősen gazdag már a gyermekek hangállománya, csökken a hiányzó és torzan ejtett beszédhangok száma és szinte minden magánhangzó jelen van a hangképzésben, jellegzetes kivételek az *ö, ő, ü, ű* magánhangzók (Gósy 2005).

Mind a nemzetközi, mind a hazai szakirodalomban számos szempontból (beszélő életkora, neme és a beszéd típusa) vizsgálták már a magánhangzók frekvenciaszerkezetét és időtartamát. A magánhangzók vizsgálata gyermekkorban különösen fontos, hiszen hasznos információt nyújt az anyanyelv-elsajátítás folyamatáról, a gyermekek beszédprodukciónak fonológiai és akusztikai változásáról. Ugyanakkor gyermekkorban a fiziológiai sajátosságok folyamatosan változnak, ezáltal változik a toldalékcso hossza, alakja és térfogata is, amely befolyásolja a magánhangzók akusztikai szerkezetét (Gósy 2004).

Számos kutatás bizonyította már, hogy a testméret növekedésével – ami az artikulációs üregek növekedésével jár – párhuzamosan a magánhangzók formánsértékei (lineáris) csökkenő tendenciát mutatnak az idő előrehaladtával (Peterson–Barney 1952; Fant 1966; Nordström 1975; Hillenbrand et al. 1995; Huber et al. 1999; Lee et al. 1999; Fitch–Giedd 1999; Vorperian et al. 2005; Ishizuka et al. 2007; Vorperian–Kent 2007; Watson–Munson 2007). Lee és munkatársai (1999) a gyermekek magánhangzóinak formánsszerkezetének kapcsán azt a megfigyelést fogalmazták meg, hogy 8 és 14 éves kor között a gyermekek artikulációjának változékonysága fokozatosan csökken. A formánsszerkezet tekintetében azt találták, hogy 14 éves korra válik hasonlónvá a gyermekek ejtése a felnőttekéhez.

A gyermekek artikulációját kezdetben nagy és még gyakorlatlan mozgások jellemzik. Gyakori a célalulmúlás a beszédükben (vagyis az, hogy beszédükben nem érik el a magánhangzókra jellemző konfigurációt), ami jelzi a motoros vezérlés gyakorlatlanságát (vö. Goldfield–Kay–Warren 1993; Jeannerod 1988). Később természetesen a gyermekek idősödésével fejlődés mutatkozik az artikulációs mozgások motoros irányításában is (Temple et al. 2002). Gyermekek esetében nagyobb akusztikai variabilitást adotlakt, mint felnőttek ejtésében. Ennek következtében a gyermekek esetében a magánhangzótér szignifikánsan nagyobb, mint a felnőtteknél (Pettinato et al. 2016). Továbbá igaz az is, hogy gyermekkorban a beszélők még relatíve kevés beszédrutinnal és kommunikációs tapasztalattal rendelkeznek, ennek következtében artikulációjuk még gyakorlatlanabb, kevésbé automatizált. Több kutatás (Laczkó 2009; Deme 2012b) bizonyította már azt is, hogy az artikulációs és a beszédtempójuk lassabb, mint a felnőtteké (a gyermekek artikulációs tempója életük első 10 évében még lassabb, mint a felnőtteké; Logan et al. 2011), viszont az életkor előrehaladtával fokozatos gyorsulás figyelhető meg. Egy angol nyelvű gyermekekkel végzett kutatás szerint 9 és 12 éves kor között a beszédhangok időtartamának tartománya és változatossága csökken, 12 éves kor körül már a felnőttek beszédében mért értékekhez hasonlít (Lee et al. 1999).

Magyar nyelven eddig sporadikus vizsgálatok születtek a gyermekek magánhangzóinak spektrális elemzése terén. Zajdó és Stoel-Gammon (2003) 2 és 4 év közötti (8 fiú és 8 lány) magánhangzóit vetette össze az artikuláció szempontjából. Megállapították, hogy jelentős változáson megy keresztül a magánhangzók pontossága ebben az időszakban. 2 éves korban ugyan izolált gesztusként meg tudták valósítani a gyermekek az ajakkerekítést, de amikor egy ajakkerekítéses magánhangzót szó belsejében kellett artikulálniuk, az már gyakran nehézséget okozott nekik. Eredményeik szerint az illabiális magánhangzókat pontosabban tudták artikulálni a gyerekek, mint a labiálisokat (függetlenül a nemtől és a magánhangzó fonológiai hosszúságától).

Szintén magyar nyelven 2 és 4 év kor közötti fiúgyermekek esetében CVCV hangsorban vizsgálták az *i-i* fonológiai pár formánsszerkezetét Zajdó és munkatársai (2011). Megállapították, hogy az *i-i* fonológiai pár formánsszerkezetében különbség adatható, amelynek háttérében az áll, hogy az *i* artikulálásakor több idő jut arra, hogy a gyermekek megvalósítsák a megfelelő célkonfigurációt. Az életkori összevetésben azt találták, hogy 2 éves fiúk relatíve centralizált magánhangzókat ejtettek (a rövid *i* centralizáltabb volt, mint a hosszú *í*). A 4 éves gyermekeknél kevésbé volt megfigyelhető a centralizálódási tendencia. Az adatok alapján megfigyelték, hogy még az idősebb gyermekek is előrébb képzik a magánhangzókat, hiszen még ebben az életkorban is kihívást jelent a gyermekek számára hátul képezni a hangokat. Továbbá azt is, hogy az életkor előrehaladtával a gyermekek egyre inkább képesek a magán-

hangzókat magasabb állkapocsállással és megfelelő ajakállással ejteni, ami a magánhangzóterek méretében bekövetkezett változásokból is látszik (az *i* magánhangzótere 57%-kal csökkent 2 és 4 éves kor között, míg az *i* magánhangzótere 10%-kal).

6–7 éves magyar óvodásokkal Deme (2012b) végzett vizsgálatokat. Eredményei alapján elmondható, hogy spontán beszédben az ilyen életkorú gyermekek magánhangzóinak formánsai magasabb frekvenciaértékeken realizálódnak, mint a felnőttek ejtésében. Az egyes magánhangzókat vizsgálva azt a megállapítást tehetjük, hogy a formánsértékek nagyobb magánhangzótérben valósulnak meg a gyermekeknél, mint a felnőttek ejtésében. Deme (2012b) kutatásában nem volt szignifikáns különbség a gyermekek magánhangzóinak formánsértékeiben a nem tekintetében. Az adatokat a felnőttek spontán beszédében mérhető adatokkal összevetve általánosságban megfogalmazható az, hogy az iskolások magánhangzóképzése pontosabb, mint az óvodásoké, de kevésbé pontos, mint a felnőtteké (pontosság alatt azt értjük, hogy az egyes magánhangzók formánsértékei kisebb tartományban szóródnak).

A fonológiai rövid-hosszú magánhangzók realizációjának gyermeknyelvi vizsgálata is fontos adalékként szolgál az anyanyelv-elsajátítás folyamatáról. A magyar gyermekek beszédhangképzése és így a beszédhang artikulációs differenciálás az 5–6. évre válik biztossá. De Zajdó és Stoel-Gammon (2003) azt találta (CVCV szavakat vizsgálva), hogy a 2 és 4 éves kor közötti gyermekek is képesek a rövid és hosszú magánhangzókat időtartam alapján differenciálni. Máshol (Gósy 2006) azt olvashatjuk, hogy a fonológiai rövid-hosszú oppozícióban álló magánhangzók fizikai időtartamának megbízható elkülönülése későbbre, 6–7 éves korra tehető a beszédpercepcióban.

Zajdó és Powell (2008) tíz 2 éves, tíz 3 éves és tíz 4 éves gyermeknél vetette össze az *i*-*i* fonológiai pár időtartamát (a *pipi* és *pípi* szavak megjelenését beszélgetésben). Azt találták, hogy a fonológiai rövid *i* lényegesen hosszabb a 2 éves gyermekeknél, mint a 4 éves gyermekek esetében, ezzel szemben a hosszú *i* időtartamában nem adatoltak különbséget. Az eredményekből arra következtettek, hogy a gyermekek a hosszú magánhangzó képzését hamarabb elsajátítják, mint a fonológiai rövidet.

Bóna és Imre (2010) óvodás és kisiskolás gyermekek spontán beszédében vizsgálta meg a fonológiai párok temporális jellemzőit. Eredményeik szerint az 5-6 éves óvodások spontán beszédében a rövid-hosszú oppozícióban álló magánhangzók időtartama nem különül el jelentős mértékben minden egyes fonológiai párnál (csak az *o*-*ó* és az *u*-*ú* hangok esetében adatoltak szignifikáns különbséget, amit a magánhangzók gyakoriságával és az anyanyelv-elsajátítás korábbi megjelenésével magyaráznak). A 9 éves korosztály esetében már egyértelmű elkülönülést adatoltak a fizikai időtartamok alapján a fonológiai rövid-hosszú magánhangzók között. A formánsszerkezet

tekintetében a kisiskolásoknál csak az F2 esetében találtak szignifikáns különbséget a rövid-hosszú hangok között (Bóna–Imre 2010).

A gyermekek beszédében – mint valamiféle életkori beszédsajátosság – jellemzőbbnek tekinthetők az extrém időtartamban megvalósuló hangrealizációk, mint más életkorokban (vö. Gósy 1984; Menyhárt 2003; Szabó 2008; Deme 2012a). A magyar gyermekek esetében Deme (2012) vizsgálta a nyújtás jelenségét. Kutatásában nyolc 6–7 éves gyermek (4 fiú és 4 lány) spontán beszédét rögzítette, majd a gyermekek felvételét felhasználva 13 adatközlővel (7 nő és 6 férfi) percepciós tesztet végzett. Akusztikai-fonetikai vizsgálatot azokon a magánhangzókön végzett, amelyeket legalább az adatközlők fele nyújtásként észlelt, a többi normál időtartamúnak minősítette. A kutatás kettős eredményhez vezetett. Egyrészt alátámasztották a szakirodalomban megfogalmazottakat: a nyújtottnak minősített magánhangzók jellemzően az átlagosnál hosszabb időtartamban realizálódtak. Ugyanakkor az adatok arról is tanúskodtak, hogy a hallgatók nem minden esetben a leghosszabb hangot érzékelték nyújtottként. Ennek alapján kutatása szintén megerősítette a korábbi megfigyeléseket (vö. Bóna 2007) azzal kapcsolatban, hogy a nyújtások észlelésének hátterében nemcsak a fizikai időtartam játszik szerepet, az időtartam növekedése különböző lehet az eltérő képzési jegyű és időtartamú magánhangzók esetében is. Leírta azt is, hogy gyermekek spontán beszédében a nyújtások leggyakrabban záró pozícióban jelentek meg (szó- és szakaszszinten egyaránt) és leginkább alapszófajú szavakat érintettek. Szintaktikai szempontból jellemzően halmozott mondatrészi vagy egyszerű kapcsolatos mellérendelő tagmondati felsorolások formájában jelentek meg. Ugyanakkor Deme azt is bizonyította, hogy a hezitáláson túl pragmatikai funkcióban is használják a gyermekek a nyújtást.

A fentebb említett gyermekek magánhangzóit vizsgáló kutatásokban részletesen olvashatunk az első hangok megjelenéséről, illetve arról, hogyan sajátítják el a gyermekek idővel anyanyelvük összes beszédhangját. Ezek a kutatások gyakran csak egy-egy életkorra, illetve két, időben egymáshoz közel eső életkori pillanat összehasonlítására koncentrálnak. Éppen ezért a jelen kutatás célja a magánhangzók akusztikai szerkezetében végbemenő változások vizsgálata és leírása a gyermekek intézményes oktatásba lépésétől egészen az általános iskola végéig. Kutatásunkban arra kerestük a választ, hogy mekkora az egyes életkorokban az akusztikai magánhangzótér nagysága, valamint hogy milyen változások adathatók a magánhangzók formánszerkezetében és időtartamában a különböző életkori csoportokban. Hipotéziseink szerint az idősebb gyermekeknél (i) a magánhangzók formánsértékei egyre kisebb akusztikai magánhangzótérben realizálódnak, (ii) a magánhangzók fizikai időtartamértékei pedig rövidülést mutatnak.

Kísérleti személyek, anyag, módszer

Kutatásunkban összesen 80 gyermek vett részt, akiket 4 életkori csoportból választottunk ki: 7, 9, 11 és 13 éves gyermekeket vizsgáltunk. Minden életkori csoportban megegyező volt a nemek aránya: 10 lány és 10 fiú szerepelt az adatközlők között. A nemek közötti összevetés nem volt célja a kutatásnak, mivel egy korábbi vizsgálat nem igazolt jelentős különbséget fiúk és lányok magánhangzói között (vö. Auszmann 2016). Minden gyermek tipikus fejlődésű, ép halló és ép intellektusú volt. Egyiküknek sem volt beszédhibája, mindegyikük esetében időben megindult a beszédfejlődés. Mindannyian hasonló szociális és kulturális háttérrel rendelkező, egynyelvű, budapesti beszélők voltak.

A felnőtt kontrollcsoport kiválasztása a BEA (Gósy et al. 2012) adatbázisból történt véletlenszerűen. A gyermekekhez hasonlóan itt is kiegyenlített volt a nemek aránya: 10 férfi és 10 nő felvételét elemeztük. A felnőtt beszélők szintén egynyelvűek, huzamosabb ideje Budapesten élők, életkoruk átlaga 41,1 év (a legfiatalabb 21, míg a legidősebb adatközlő 85 éves volt).

A gyermekekkel egyénileg, megszokott iskolai környezetben – lehetőség szerint zajmentes helyiségben –, tanítási időben, digitális hangfelvevő segítségével (44,1 kHz-es mintavételezési frekvencián, 16 biten digitalizálva) készítettünk felvételeket. A fiatalabb gyermekeket arra kértük, hogy mutassák be a kedvenc játékukat, mivel töltik szívesen a szabadidejüket, hogy tetszik nekik az iskola, és melyik tantárgyat tanulják szívesen. Az idősebb gyermekeket pedig arról kérdeztük, hogy milyen könyveket szeretnek olvasni, melyik a kedvenc filmjük, rendszerint hogyan zajlanak náluk az ünnepek. A beszélők aktuális pszichés állapotától és a beszédtemától függően eltérő hosszúságú felvételeket készítettünk (átlagosan 4 percesek a felvételek).

A felnőttek felvételei közül a BEA-protokoll interjúrészét használtuk az elemzésekhez, ahol az adatközlőnek szintén – a gyermekekhez hasonlóan – magukról, munkájukról, családjukról, hobbijukról kellett beszélni. A spontán beszéd vizsgálatát az indokolta, hogy a magánhangzókat természetes megjelenési formájukban kívántuk vizsgálni, továbbá a kutatásban részt vevő gyermekek életkora sem tette volna lehetővé, hogy például olvasást vizsgáljunk (a 7 éves gyermekek még nem olvasnak jól), valamint az utánmondás esetében az adatközlők beszédprodukciónak nagymértékben befolyásolta volna a hallott minta. A spontán beszéd jellegéből adódó különbségeket a nagyszámú adattal és a normalizálással igyekeztünk ellensúlyozni.

Mindegyik gyermek, illetve felnőtt hanganyagából 1-1 percet elemeztünk, amelyeket a felvételek közepéből vágunk ki. Ezen időtartamú beszédrészekből az interjúkészítő beszédrészét elimináltuk.

Kutatásunkban 10 magánhangzót vizsgáltunk hangkörnyezettől függetlenül. Ezek hatását a nagy elemszámmal igyekeztünk ellensúlyozni. Az *ü-ű* és *ö-ő* magánhangzókat a kisszámú előfordulás miatt zártuk ki az elemzésből. A következő paramétereket vizsgáltuk: a magánhangzó első és második formánsa, illetve időtartama.

A magánhangzókat a Praat 5.3 (Boersma–Weenink 2011) programmal annotáltuk. A szegmentálás az oszcillogram és a hangszínek együttes vizuális információi alapján történt, manuálisan, a magánhangzók tiszta fázisának (Peterson–Barney 1952) formánsstruktúrája alapján. Tiszta fázisnak szokás nevezni a magánhangzó egyensúlyi helyzetét, vagyis azon pontját vagy intervallumát, amelyet legkevésbé befolyásol a kontextuális hatása, ahol a formánsszerkezetbeli változások a legkisebbek. A tiszta fázis megfogalmazható úgy is, mint a magánhangzóra jellemző idealizált artikuláció, illetve az annak megfelelő célkonfiguráció (Abari 2013). Ahol ilyen tiszta fázis nem volt egyértelműen meghatározható, azokat a magánhangzókat nem vontuk be az elemzésbe. Kutatásunkban a tiszta fázison mértük a formánsértékeket és az időtartamot is. Az annotálást követően szintén a Praat programban manuálisan kimértük minden életkori csoportból egy fiúnak és egy lánynak a magánhangzóit, ami referenciaként szolgált az egyes formánskinyerő eljárások kiválasztásához. Minden magánhangzóból 3 előfordulást mértünk ki. Mind az adatközlők, mind a magánhangzók kiválasztása véletlenszerű volt. Ezt követően Beke András, az MTA Nyelvtudományi Intézetének munkatársa segítségével több, erre a célra készült formánskövetővel automatikusan kinyertük a referenciaként kiválasztott hangok első és második formánsainak frekvenciaértékét, majd a kézilég és gépilég kimért adatokat korreláltattuk, és az eredmények alapján kiválasztottuk a legmegfelelőbb adatkinyerőt (Geoffrey Morrison-féle formánskövetés, 2011), amelyet a későbbiekben az egész adatbázisunkra lefuttattunk. Összesen 16 861 db magánhangzót annotáltunk és formánsértékét nyertünk ki. Az adatok kinyerése után az adathalmazunkból eltávolítottuk a kiugró értékeket, vagyis azokat az adatokat, amelyek a középértéktől minimum 2 szórásnyira helyezkednek el. A kiugró értékek eltávolítása után 15 251 db magánhangzó maradt a korpuszunkban, amelyeket bevonunk a vizsgálatba.

A statisztikai vizsgálatokhoz szükséges volt az adatok normalizálása. Minden beszélőnek alapvetően ugyanolyan, mégis más a vokális traktusa, aminek következtében a hangok akusztikai lenyomatában megjelennek bizonyos, egyes beszélőkre jellemző sajátosságok amellet, hogy maga a beszédhang az univerzális jegyei alapján felismerhető marad. Mivel a hangok a valóságban igen változatosan jelenhetnek meg, azaz variábilisak (egyrészt beszélhetünk beszélőn belüli és beszélők közötti varianciáról), attól függően, hogy milyen életkorú beszélő beszédében, illetve milyen hangkörnyezetben fordulnak elő, illetve hogy gyorsan vagy lassan artikulált beszédben,

első szótagi vagy nem első szótagi pozícióban szerepel-e a hang, a felvételekből kinyert értékeket szükséges normalizálni. A normalizálás kiszűri azokat az elemeket, amelyek fonetikai-fonológiai szempontból nem bírnak megkülönböztető szereppel, így az eljárás célja az invariáns jegyek kiemelése (Neary 1989). Tehát normalizáláskor a fent említett okokból adódó különbségeket kell kiszűrni, hogy megtaláljuk azokat a felismerési kulcsokként szolgáló invariáns jegyeket, amelyek egy-egy hang besorolását segíti. A normalizálás segítségével eliminálni tudjuk a beszélők közötti (pl. fiziológiai) különbségeket úgy, hogy a beszélőfüggetlen paraméterek változatlanok maradnak (Flynn–Foulkes 2011). Felmerülhet a kérdés, hogy vajon a normalizálás eltünteti-e az egyéni és a nemek közötti különbségeket. A nemzetközi szakirodalomban (Adank et al. 2004, Morrison–Nearey 2006, Jacewicz et al. 2007, Clopper 2009, Flynn 2011) több kutatás is az adatok normalizálása mellett érvel a magánhangzók vizsgálatakor. Ezek a munkák megjegyzi ugyanakkor azt is, hogy a normalizálás során bizonyos egyéni különbségek mértéke ugyan csökkenhet, de az arányok megmaradnak. Ezt gyakran azzal állítják szembe, hogy a nem normalizált adatokon végzett statisztikai vizsgálatokat az extrém egyéni különbségek téves eredményre vezetheti. Lényegében tehát normalizáláskor a különböző adatokat egy skálára hozzuk megtartva az egyéni és nemek közötti különbségeket is úgy, hogy azok összevethetőek legyenek. A vizsgált magánhangzók első és második formáns-, illetve időtartamértékeit a Lobanov-féle (1971) módszerrel normalizáltuk.

Az adatok statisztikai elemzéséhez általánosított lineáris kevert modellt (Generalized Linear Mixed Model = GLMM) alkalmaztunk az SPSS 23.0-as verziószámú szoftver segítségével. Az elemzéseket minden esetben 95%-os konfidenciaszinten végeztük el.

Minden életkori csoportban kiszámítottuk az *i–ú–á* magánhangzók által körülhatárolt tér nagyságát egy, a MATLAB-ban írt algoritmussal. A program kinyeri az egyes magánhangzók átlagos F1- és F2-értékét, majd kétdimenziós koordináta-rendszerben kiszámítja az ezeket a pontokat összekötő élek hosszát, és a Hérón-képlet segítségével a háromszög területét.

Eredmények

A magánhangzók formánsszerkezete

Kiszámítottuk az *i–ú–á* által körülhatárolt akusztikai magánhangzótér nagyságát a különböző életkorokban (1. táblázat).

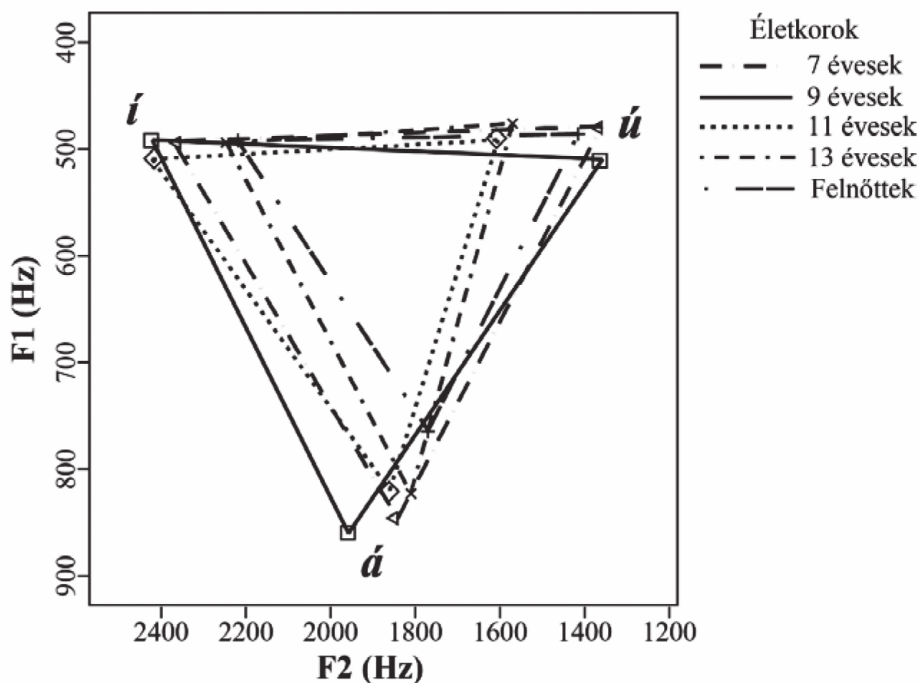
1. táblázat

Az í-ú-á által körülhatárolt akusztikai magánhangzótér nagysága különböző életkorokban

	7 évesek	9 évesek	11 évesek	13 évesek	Felnőttek
Akusztikai magánhangzótér	178 646	190 626	131 259	115 311	111 133

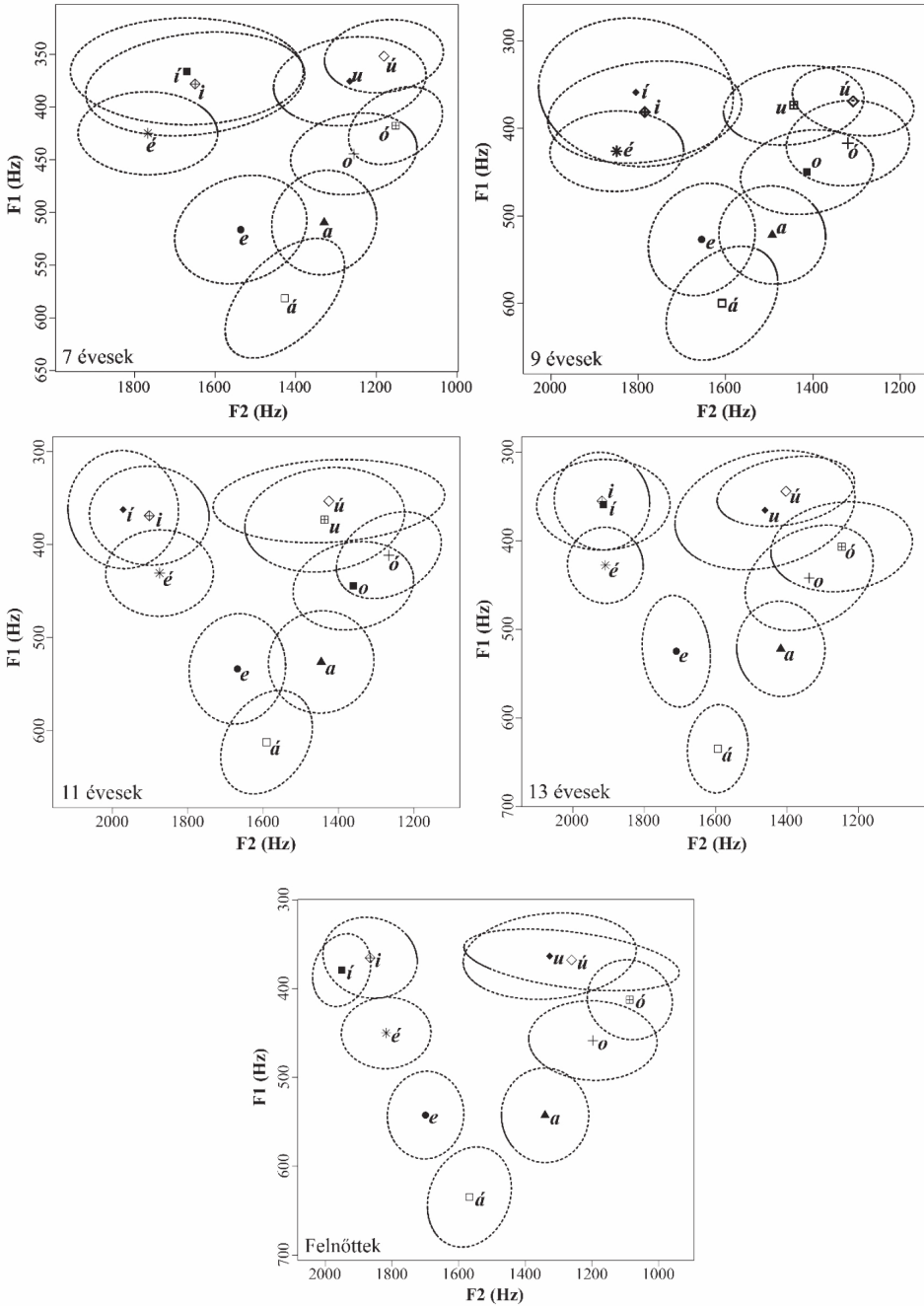
Habár a 11 évesek esetében a 9 évesekhez képest valamivel nőtt az akusztikai magánhangzótér nagysága, az adatokból látható egy egyértelmű zsugorodási tendencia. A 7, 9 és 11 éves gyermekeknél hasonló nagyságrendű értékeket kaptunk a magánhangzótér nagyságára, majd a 13 éves gyermekek értéke már inkább a felnőttek adatához hasonlít, semmint a fiatalabb életkorúakéhoz.

A különböző életkorban körülhatárolható magánhangzótérek egymásra vetítve (1. ábra) szintén jól látszik, hogy az í-ú-á által határolt tér az idő előrehaladtával egyre szűkebbé válik, és bizonyos mértékben eltolódik.



1. ábra

Az í-ú-á által határolt akusztikai magánhangzótér a különböző életkorokban



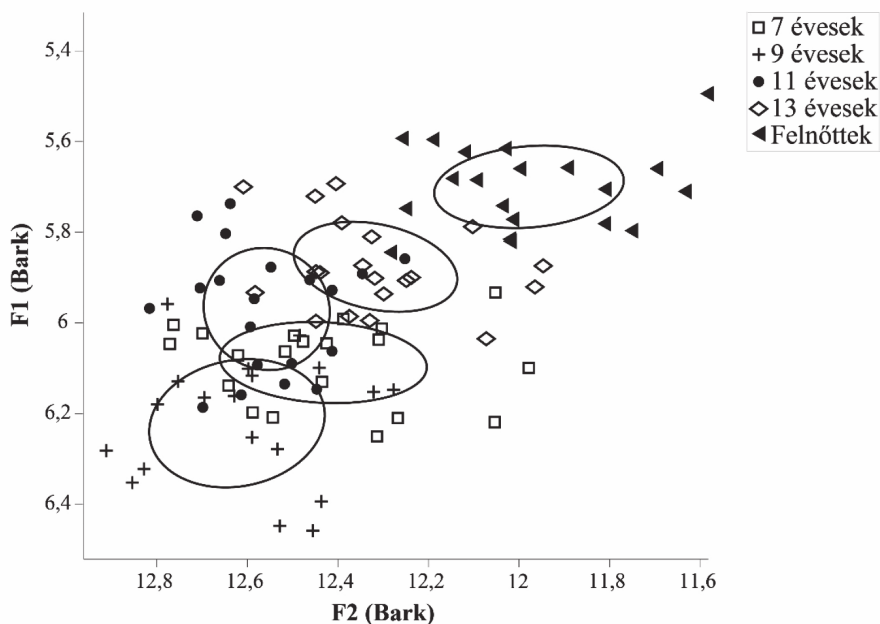
2. ábra

A vizsgált magánhangzók sűrűsödési ellipszisei a különböző életkorokban (növekvő sorrendben)

Összevetettük az egyes életkorokban kirajzolható sűrűsödési ellipsziseket is, amelyeket egymás mellé állítva megfigyelhető, hogy az életkor előrehaladtával egyre jobban szétválik az egyes magánhangzók formánsszerkezete, egyre kisebb mértékben fedik egymást a sűrűsödési ellipszisek, egyre kisebb területen szóródnak a formánsok értékei (2. ábra).

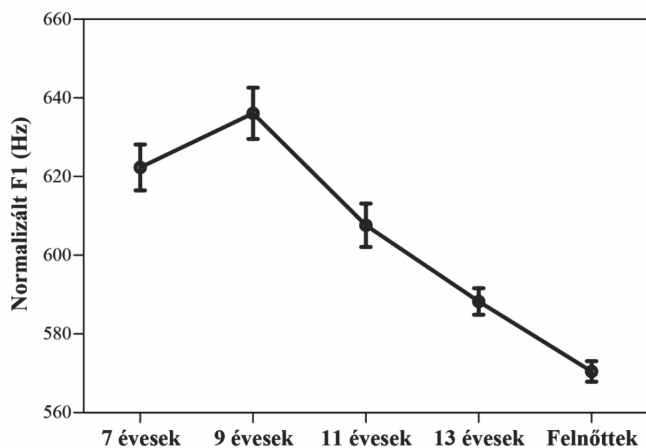
A formánsokra vonatkozó adatokból egyrészt megfigyelhetjük azt, hogy az akusztikai magánhangzótér nagysága folyamatosan csökken, ugyanakkor ebben az egyes magánhangzók egyre jobban elkülönülnek egymástól.

Minden egyes beszélő esetében kiszámítottuk az összes vizsgált magánhangzó első és második formánsának átlagát, vagyis az egyes beszélők magánhangzóterének a középpontját. A kapott értékeket grafikonon ábrázolva meghatároztuk, hogy a különböző életkorú beszélők magánhangzóit egymáshoz képest hogyan helyezkednek el, milyen mértékben különíthetők el egymástól a Bark-skálára transzformált adatok alapján. (A Bark-skála egy nemlineáris skála, amely jobban leírja az emberi hallást. A skála 1-től 24-ig terjed, ami a hallás 24 kritikus sávjával feleltethető meg.) A grafikonokon (3. ábra) jól regisztrálható az életkor előrehaladtával lezajló változás. Az egyes formánsokra vonatkozó részletesebb elemzéseket a továbbiakban ismertetjük.



3. ábra
A Bark-skálára transzformált adatok

Az első formáns tekintetében egyértelmű csökkenési tendenciát figyelhetünk meg az életkor előrehaladtával (4. ábra) (csak a 9 évesek képeznek ez alól kivételt). A statisztikai vizsgálatok szerint az első formásra szignifikáns hatással van az életkor [$F(4, 1482) = 138,635$; $p < 0,001$]. Minden életkori csoport között matematikailag igazolható ($p < 0,001$) különbséget adatoltunk. A grafikon alapján az is jól látszik, hogy az egyre idősebb korcsoportok esetében az adatok egyre kisebb tartományban szóródnak.



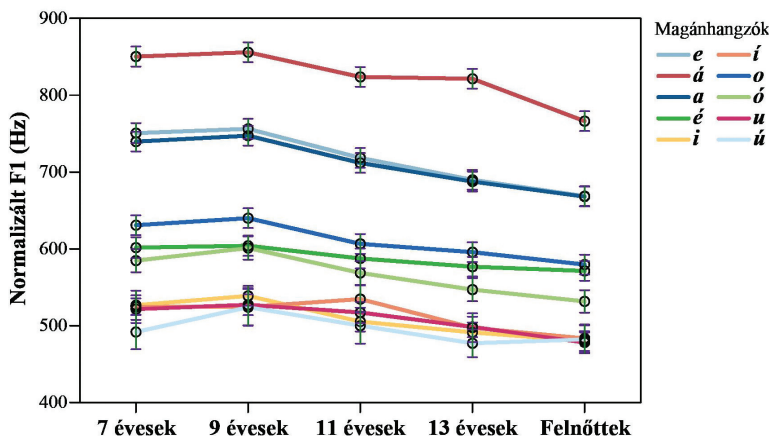
4. ábra

Az első formáns alakulása a különböző életkorú csoportok spontán beszédében (az egyes pontok a különböző életkorokban mért összes magánhangzó átlagos F1 értékét jelölik)

Megvizsgáltuk, hogy az egyes magánhangzók esetében hogyan változik az F1 értéke az életkor függvényében (5. ábra).

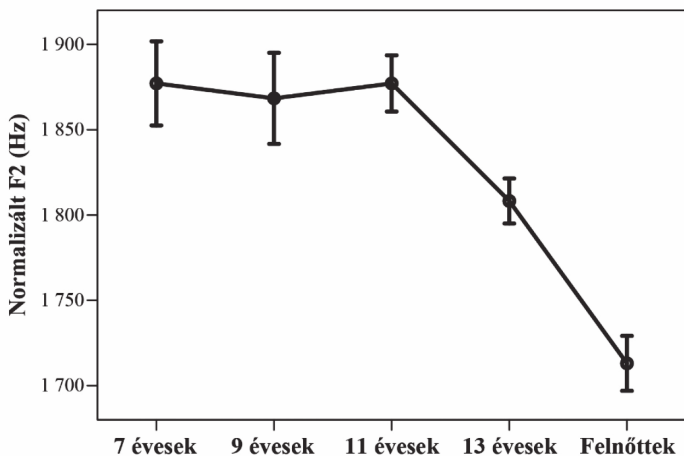
A legtöbb magánhangzó esetében szintén egyértelműen megfigyelhető, hogy az egyre idősebb korosztályoknál alacsonyabb értékeket adatoltunk, mint a fiatalabbaknál.

A második formáns tekintetében a 7, a 9 és a 11 évesek összevetésében nem látunk számottevő változást, de később, az életkor előrehaladtával jelentős mértékben csökken a magánhangzók második formánisa (6. ábra). A statisztikai vizsgálatok eredményei szerint az életkor [$F(4, 1482) = 63,137$; $p < 0,001$] matematikailag igazolható hatással bír a második formáns értékére. A részletesebb elemzés szerint szignifikáns ($p < 0,001$) különbség van a 7 és a 13 évesek, a 7 évesek és a felnőttek, a 9 és a 13 évesek, a 9 évesek és a felnőttek, a 11 és a 13 évesek, a 11 évesek és a felnőttek, valamint a 13 évesek és a felnőttek között.



5. ábra

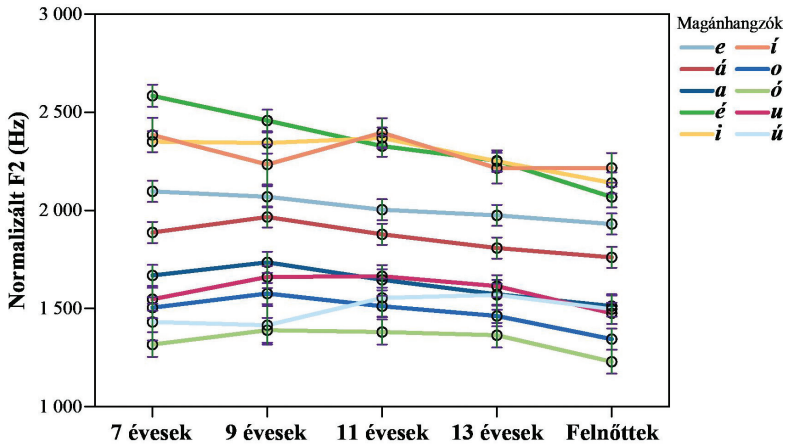
Az egyes magánhangzók első formánsai a különböző életkorú csoportok spontán beszédében (az egyes pontok az egyes magánhangzó átlagos F1 értékét jelölik különböző életkorokban)



6. ábra

A második formáns alakulása a különböző életkorú csoportok spontán beszédében (az egyes pontok a különböző életkorokban mért összes magánhangzó átlagos F2 értékét jelölik)

A magánhangzók többségénél az életkor növekedésével egyre alacsonyabb értékeken realizálódik a második formáns (7. ábra).

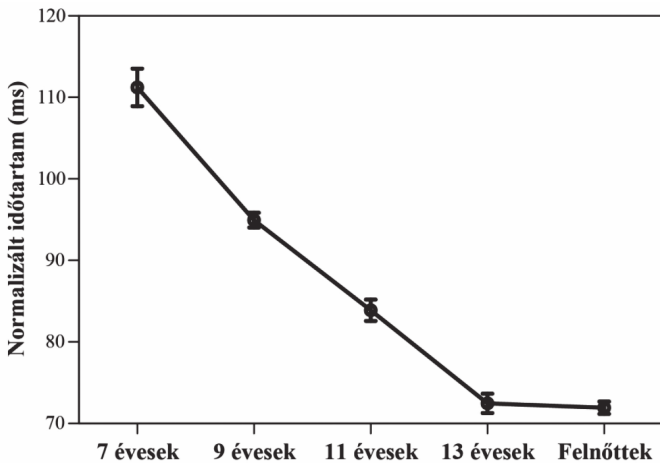


7. ábra

Az egyes magánhangzók második formánsa a különböző életkorú csoportok spontán beszédében (az egyes pontok az egyes magánhangzó átlagos F2 értékét jelölik különböző életkorokban)

A magánhangzók időtartama

Az összes magánhangzó időtartamát tekintetbe véve grafikonon ábrázoltuk az egyes életkorok közötti különbséget (8. ábra).



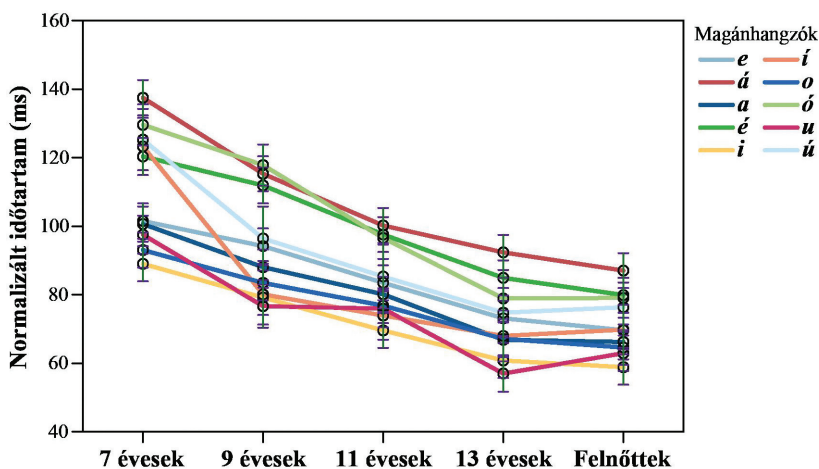
8. ábra

Az időtartam alakulása a különböző életkorú csoportok spontán beszédében (az egyes pontok a különböző életkorokban mért összes magánhangzó átlagos időtartamértékét jelölik)

Az adatok alapján jól látszik, hogy az életkor előrehaladtával egyre rövidebbé válnak a magánhangzók. A 13 éves gyermekek magánhangzóinak időtartama már nagymértékben hasonlóvá válik a felnőttek spontán beszédében adatoltakkal.

Az időtartam alakulására szintén statisztikai hatással van az életkor [$F(4, 1482) = 543,025; p < 0,001$]. Bármelyik két életkori csoport között szignifikáns ($p < 0,001$) különbséget adatoltunk az időtartam tekintetében, kivéve a 13 éveseket és felnőtteket.

Az egyes magánhangzókat külön vizsgálva szintén megállapíthatjuk, hogy az életkor előrehaladtával időtartambeli rövidülés figyelhető meg (9. ábra).



9. ábra

Az egyes magánhangzók időtartama a különböző életkorú csoportok spontán beszédében (az egyes pontok az egyes magánhangzó átlagos időtartamértékét jelölik különböző életkorokban)

Az *a*, *á*, *e*, *é* és *i* hangok esetében minden életkori csoport között igen, csak a 13 évesek és a felnőttek között nem adatoltunk matematikailag igazolható különbséget. A többi magánhangzó esetében szintén a legtöbb életkori csoport között szignifikáns különbséget adatoltunk, kivéve az *i* magánhangzó esetében a 9 és a 11 évesek, a 9 és a 13 évesek, a 9 évesek és a felnőttek, a 11 és a 13 évesek, a 11 évesek és a felnőttek, valamint a 13 évesek és a felnőttek között; az *o* magánhangzó esetében a 9 és a 11 évesek, illetve a 13 évesek és a felnőttek között; az *ó* magánhangzó esetében a 13 évesek és a felnőttek között; az *u* magánhangzó esetében a 9 és a 11 évesek, valamint a 13 évesek és a felnőttek között; az *ú* magánhangzó esetében a 9 és a 11 évesek, a 11 és a 13 évesek, a 11 évesek és a felnőttek, illetve a 13 évesek és a felnőttek között. Összefoglalva tehát a legjelentősebb statisztikai eredményeket: a 7 éves gyermekek

magánhangzói szignifikánsan különböznek az összes többi életkori csoporttól. Az időtartam tekintetében nem adatoltunk szignifikáns különbséget a 13 évesek és a felnőttek között egyik magánhangzó esetében sem.

Következtetések

A jelen kutatás 10 magyar magánhangzó formánsszerkezetét és időtartamát vizsgálta 5 életkori csoportban: 7, 9, 11 és 13 éves gyermekek spontán beszédében, valamint kontrollként felnőttek beszédében. A dolgozat célja az egyes életkorok esetében a vizsgált magánhangzók formánsszerkezetének és időtartamának összevetése volt. Előzetes feltevéseink között szerepelt, hogy a fiatalabb korosztály (7, 9 és 11 évesek) formánsértékei nagyobb akusztikai magánhangzóterben realizálódnak, ugyanakkor az egyes magánhangzók nagyobb átfedést mutatnak, mint az idősebb (13 éves) gyermekek, valamint a felnőttek esetében. Hipotézisünk részben igazolódott: az *i–ú–á* magánhangzók által határolt tér nagysága a 7, a 9 és a 11 éves gyermekeknél is hasonlóan alakult. Ezekhez az életkori csoportokhoz képest jelentős változást (a magánhangzóter szűkülését) a 13 évesek esetében adatoltunk, akiknél az artikulációs tér nagysága nagymértékben megközelíti már a felnőttekét. Az eredmények háttérben a gyermekek és a felnőttek anatómiai különbsége állhat, ugyanis a gyermekek kisebb vokális traktussal rendelkeznek, mint a felnőttek, aminek következtében a magánhangzók magasabb formánsértékeken realizálódnak, mint a felnőttek beszédében (Eguchi–Hirsh 1969, Lee et al. 1999, Perry–Ohde–Ashmead 2001). A gyermekkorban végbemenő testi fejlődés eredményeként azonban fokozatosan nő a vokális traktus mérete és ezzel párhuzamosan a formánsértékek is fokozatosan csökkennek, mígnem először csak megközelítik, majd azonossá nem válnak a felnőttek adataival. Lee és munkatársai (1999) azt találták, hogy a gyermekek magánhangzóinak formánsszerkezete átlagosan 14 éves korra válik hasonlónak a felnőttekéhez (természetesen egyénileg különbség lehet az egyes gyermekek között), tehát ez lehet az a kor, amikor a gyermekek beszédszerveinek változása megáll. A magánhangzóter nagyságát illetően is jelentős különbségeket adatoltak a korábbi kutatások a gyermekek és a felnőttek beszédében (Deme 2012b, Pettinato et al. 2016). Gyermekekben szignifikánsan nagyobb az akusztikai magánhangzóter, mint a felnőttek esetében. Ennek magyarázata, hogy még az intézményes oktatásba lépő gyermekek artikulációját is nagy és pontatlan mozgások jellemzik, tehát a motoros vezérlés még „éretlen”, ezért gyakori beszédükben a célalulmúlás (Goldfield–Kay–Warner 1993, Jeannerod 1988). Minden életkori csoportban sűrűsödési ellipszisek segítségével ábrázoltuk az egyes magánhangzók első és második formánsainak eloszlását, amely egyértelműen mutatta,

hogy míg 7 és 9 éves korban a magánhangzók formánsértékei részben átfednek, addig a 11 és a 13 éveseknél egyre jobban elkülönülnek egymástól, hasonlóan a felnőttek spontán beszédében adatolt magánhangzókhoz. A vizsgált életkorokban kapott eredmények alapján azt mondhatjuk, hogy az életkor előrehaladtával nem teljesen lineáris a magánhangzók formánsértékeiben megfigyelhető változás. Ennek háttérében feltételezhetően az egyéni különbségek és a magánhangzók minőségének különbözősége állhatnak. Ahogy az első években is fokozatosan sajátítják el a gyermekek (egymástól kisebb-nagyobb mértékben eltérő ütemben) az egyes magánhangzókat, úgy a későbbiekben is megfigyelhetők a beszédprodukciónkban a különböző hangok megvalósításában eltérések.

A magánhangzók időtartamát tekintve feltételeztük, hogy az egymáshoz közel eső életkori csoportok (tehát a 7 és 9 vagy a 9 és 11 évesek között és így tovább) magánhangzói között nem lesz jelentős különbség, de a 7 és a 13 évesek összevetésében szemmel látható a változás, azaz a magánhangzók objektív időtartamértékei fokozatos rövidülést mutatnak az életkor előrehaladtával. Az időtartam tekintetében a nemzetközi szakirodalom 12 éves korra teszi azt az időszakot, amikor a gyermekek és felnőttek adatai hasonlóvá válnak (Lee et al. 1999). Ezt kutatásunkban is sikerült igazolni. A statisztikai összevetés szerint ugyanis bármelyik két életkori csoport között szignifikáns különbség adódott, kivéve a 13 évesek és felnőttek között, vagyis 13 éves korra közel azonossá válik a magánhangzók temporális szerkezete a felnőttekéhez. Kutatások sora bizonyította, hogy a gyermekek egyre nagyobb rutint szereznek a beszéd létrehozásában, hiszen egyre magabiztosabban birtokolják a magyar hangrendszer elemeit és egyre tudatosabb nyelvhasználókká válnak (vö. Kowal et al. 1975). Továbbá a környezeti minta (pl. szülői, iskolai) hatással van a gyermekek beszédsebességére, amely a beszédtempó gyorsulását idézheti elő (Meyers–Freeman 1985; Guitar et al. 1992; Guitar–Marchinkoski 2001). Az artikulációs tempó gyorsulásával az egyes beszédhangok képzésére kevesebb idő jut, ennek következtében rövidülnek az egyes hangok. A beszédtervezési folyamatok egyre automatizáltabbá válnak, aminek következtében artikulációs és beszédtempójuk egyre gyorsabb lesz.

A gyermeknyelvi magánhangzók vizsgálata azért fontos, mert a hangzókészlet elsajátításáról mint az anyanyelv-elsajátítási folyamatok egyik meghatározó részéről kapunk pontosabb képet, hiszen az anyanyelv-elsajátítás 6 éves kor után sem ér még véget. Az eredmények továbbá fontos összehasonlítási alapul szolgálhatnak az atipikus beszédfejlődésű gyermekek vizsgálatához, diagnosztikájához.

Irodalom

- Abari Kálmán 2013. *A formánsmozgások statisztikai vizsgálata és modellezése a magyar magánhangzókbán*. Doktori disszertáció. Debreceni Egyetem, Debrecen.
- Adank, Patti – Smits, Roel – Van Hout, Roeland. 2004. A comparison of vowel normalisation procedures for language variation research. *Journal of the Acoustical Society of America* 116/5. 3099–3107.
- Auszmann Anita 2016. *Magyar gyermekek magánhangzóinak akusztikai-fonetikai jellemzői*. Doktori disszertáció. ELTE, Budapest.
- Boersma, Paul – Weenink, David 2011. *Praat: Doing phonetics by computer*. (Software, 5.3.02.verzió). <http://www.praat.org> (A letöltés ideje: 2017. 10. 17.)
- Bóna Judit 2007. Magánhangzónyújtások akusztikai-fonetikai paraméterei a spontán beszédben. *Beszédkutatás 2007*. 99–107.
- Bóna Judit – Imre Angéla 2010. A rövid-hosszú magánhangzók óvodás és kisiskolás gyermekek beszédprodukciónak. In Navracsics Judit (szerk.): *Nyelv, beszéd, írás. Pszicholingvisztikai tanulmányok I. Segédkönyvek a nyelvészet tanulmányozásához* 107. Tinta Könyvkiadó, Budapest. 49–56.
- Clopper, Cynthia G. 2009. Computational methods for normalizing acoustic vowel data for talker differences. *Language and Linguistics Compass* 3/6. 1430–1442.
- Deme Andrea 2012a. Magánhangzónyújtások gyermekek spontán beszédében. In Váradi Tamás (szerk.): *VI. Alkalmazott Nyelvészeti Doktoranduszkonferencia: Budapest, 2012. 02. 03.* MTA Nyelvtudományi Intézet, Budapest. 24–39.
- Deme Andrea 2012b. Óvodások magánhangzóinak akusztikai jellemzői. In Markó, A. (szerk.): *Beszédtudomány: Az anyanyelvsajátítástól a zöngékezdési időig*. ELTE Bölcsészettudományi Kar – MTA Nyelvtudományi Intézet, Budapest. 77–99.
- Eguchi, Suco – Hirsh, Ira J. 1969. Development of speechsounds in children. *Acta Oto-Laryngologica, Supplementum* 257. 1–51.
- Fant, Gunnar 1966. A note on vocal tract size factors and non-uniform F-pattern scalings. *Speech Transmission Laboratory Quarterly Progress and Status Report* 1. 22–30.
- Fitch, W. Tecumseh – Giedd, Jay 1999. Morphology and development of the human vocal tract: A study using magnetic resonance imaging. *The Journal of the Acoustical Society of America* 106/3. 1511–1522.
- Flynn, Nicholas – Foulkes, Paul 2011. Comparing vowel formant normalization methods. In: *Proceedings of the 17th International Congress of Phonetic Sciences*. 683–686.

- Flynn, Nicholas 2011. Comparing vowel formant normalisation procedures. *York Papers in Linguistics Series 2/11*. 1–28.
- Goldfield, Eugene C. – Kay, Bruce A. – Warren, William H. 1993. Infant bouncing: The assembly and tuning of action systems. *Child Development* 64/4. 1128–1142.
- Gósy Mária 1984. Hangtani és szótani vizsgálatok hároméves gyermekek nyelvében. *Nyelvtudományi Értekezések* 102. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Gósy Mária 2004. *Fonetika, a beszéd tudománya*. Osiris Kiadó, Budapest.
- Gósy Mária 2005. *Pszicholingvisztika*. Osiris Kiadó, Budapest.
- Gósy Mária 2006. A beszédhangok megkülönböztetésének fejlődése. *Beszéd kutatás 2006*. 147–159.
- Gósy Mária – Gyarmathy Dorottya – Horváth Viktória – Grácz Tekla Etelka – Beke András – Neuberger Tilda – Nikléczy Péter 2012. BEA: Beszélt nyelvi adatbázis. In Gósy Mária (szerk.): *Beszéd, adatbázis, kutatások*. Akadémiai Kiadó, Budapest. 9–24.
- Guitar, Barry – Marchinkoski, Lisa 2001. Influence of mothers’ slower speech on their children’s speech rate. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research* 44/4. 853–861.
- Guitar, Barry – Schaefer, Helen Kopff – Donahue-Kilburg, Gail – Bond, Lynne 1992. Parent Verbal Interactions and Speech Rate A Case Study in Stuttering. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research* 35/4. 742–754.
- Hillenbrand, James – Getty, Laura A. – Clark, Michael J. – Wheeler, Kimberlee 1995. Acoustic characteristics of American English vowels. *The Journal of the Acoustical society of America* 97/5. 3099–3111.
- Huber, Jessica L. – Stathopoulos, Elaine T. – Curione, Gina M. – Ash, Theresa A. – Kenneth, Johnson 1999. Formants of children, women, and men: the effects of vocal intensity variation. *Journal of the Acoustical Society of America* 106/3. 1532–1542.
- Ishizuka, Kentaro – Mugitani, Ryoko – Kato, Hiroko – Amano, Shigeaki 2007. Longitudinal developmental changes in spectral peaks of vowels produced by Japanese infants. *The Journal of the Acoustical Society of America* 121/4. 2272–2282.
- Jacewicz, Ewa – Robert A. Fox – Joseph Salmons 2007. Vowel duration in three American English dialects. *American Speech* 82/4. 367–385.
- Jeannerod, Marc 1988. *The neural and behavioural organization of goal-directed movements*. Oxford University Press, Oxford.
- Kowal, Sabine – O’Connell, Daniel C. – Sabin, Edward J. 1975. Development of temporal patterning and vocal hesitations in spontaneous narratives. *Journal of Psycholinguistic Research* 4/3. 195–207.

- Laczkó Mária 2009. Középsiskolai tanulók beszédének temporális jellemzői. *Magyar Nyelvőr* 133/4. 447–467.
- Lee, Sungbok – Potamianis, Alexandros – Narayanan, Shrikanth 1999. Acoustics of children's speech: Developmental changes of temporal and spectral parameters. *Journal of the Acoustical Society of America* 105/3. 1455–1468.
- Lobanov, Boris M. 1971. Classification of Russian vowels spoken by different speakers. *The Journal of the Acoustical Society of America* 49.2B: 606–608.
- Logan, Kenneth J. – Byrd, Courtney T. – Mazzocchi, Elizabeth M. – Gillam, Ronald B. 2011. Speaking rate characteristics of elementary-school-aged children who do and do not stutter. *Journal of Communication Disorders* 44/1. 130–147.
- Menyhárt Krisztina 2003. A spontán beszéd megakadásjelenségei az életkor függvényében. In Hunyadi László (szerk.): *Kísérleti fonetika – laboratóriumi fonológia a gyakorlatban*. Debreceni Egyetem Kossuth Egyetemi Kiadója, Debrecen. 125–138.
- Meyers, Susan C. – Freeman, Frances J. 1985. Mother and child speech rates as a variable in stuttering and disfluency. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research* 28/3. 436–444.
- Morrison, G. S., Nearey, T. M. 2011. Formant Measurer: Software for efficient human-supervised measurement of formant trajectories. [Software release 2011-05-26].
- Morrison, Geoffrey Stewart – Terrance M. Nearey 2006. A cross-language vowel normalisation procedure. *Canadian Acoustics* 34/3. 94–95.
- Neary, Tara M. 1989. Static, dynamic, and relational properties in vowel perception. *Journal of the Acoustical Society of America* 85. 2088–2113.
- Nordström, Per-Erik 1975. Attempts to simulate female and infant vocal tracts from male area functions. *Speech Transmission Laboratory Quarterly Progress Status Report* 2–3. 20–33.
- Perry, Theodore L. – Ohde, Ralph N. – Ashmead, Daniel H. 2001. The acoustic bases for gender identification from children's voices. *Journal of the Acoustical Society of America* 109/6. 2988–2998.
- Peterson, Gordon E. – Barney, Harold L. 1952. Control methods used in a study of the vowels. *Journal of the Acoustical Society of America* 24/2. 175–184.
- Pettinato, Michèle – Tuomainen, Outi – Granlund, Sonia – Hazan, Valerie 2016. Vowel space area in later childhood and adolescence: Effects of age, sex and ease of communication. *Journal of Phonetics* 54. 1–14.
- Szabó Kalliopé 2008. Megakadásjelenségek nyolcévesek spontán beszédében. *Anyanyelv-pedagógia* 2. <http://www.anyanyelv-pedagogia.hu/cikkek.php?id=56> (A letöltés ideje: 2016. 09. 17.)

- Temple, Elizabeth C. – Hutchinson, Ian – Laing, David G. – Jinks, Anthony L. 2002. Taste development: differential growth rates of tongue regions in humans. *Developmental brain research* 135/1. 65–70.
- Vorperian, Houri K. – Kent, Ray D. 2007. Vowel acoustic space development in children: a synthesis of acoustic and anatomic data. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research* 50/6. 1510–1545.
- Vorperian, Houri K. – Kent, Ray D. – Lindstrom, Mary J. – Kalina, Cliff M. – Gentry, Lindell R. – Yandell, Brian S. 2005. Development of vocal tract length during early childhood: A magnetic resonance imaging study. *The Journal of the Acoustical Society of America* 117/1. 338–350.
- Watson, Peter J. – Munson, Benjamin 2007. A comparison of vowel acoustics between older and younger adults. In: *Proceedings of the 16th International Congress of the Phonetic Sciences (ICPhS XVI)*, Saarbrücken, Germany.
- Zajdó, Krisztina – Powell, Stacy 2008. Acquisition of phonological vowel length in children acquiring Hungarian. In: *Proceeding of ISSP 2008: the 8th International Seminar on Speech Production*. 173–176.
- Zajdó, Krisztina – Stoel-Gammon, Carol 2003. The acquisition of vowels in Hungarian: developmental data. In: *Proceedings of the 15th Int. Congress of Phonetic Sciences in Barcelona, Vol. 3*. 2229–2232.
- Zajdó, Krisztina – Wempe, Ton G. – van der Stelt, Jeanette – Pols, Louis C. 2011. The acquisition of Hungarian high front unrounded short vs. long vowels. In: *Proceedings of ICPhS XVII*. 2252–2255.