

## MAGÁNHANGZÓ-MINŐSÉGEK NAGYOTHALLÓ GYEREKEK SPONTÁN BESZÉDÉBEN

Beke András

### Bevezetés

A beszédfeldolgozás több folyamat eredménye. Az első a hallás, amely során hallószervünk a hangingereket érzékeli, felerősíti és továbbítja az agyi hallókéregbe, ahol a végső hallási feldolgozás megtörténik. A hangképző szervek által keltett hang a levegőben rezgésként továbbítódik, amely a fület elérve a hallójáraton át a dobhártyán, majd a hallócsontokon keresztül a belsőfülbe jut. Itt a Corti-szerv szőrsejtjei a mechanikus rezgést elektromos impulzusokká alakítják át, amelyet a hallóideg a kérgi központba vezet. A szőrsejtektől a hallókéreg felé induló idegrostok többszöri átkapcsolódás és keresztvezetés után jutnak az elsődleges kérgi hallómezőbe (ún. felszálló hallópálya), ahol az ingerületvezetés mellett megkezdődik a hangingerek feldolgozása is. A beszédfeldolgozás a beszédhang-sorozat akusztikai paramétereinek feldolgozása és azonosítása; a beszédmegértés során pedig szemantikai és szintaktikai elemzéseket végzünk. Az értelmezés szintjén a feldolgozott tartalmakat összekapcsoljuk a korábbi ismereteinkkel.

A hallás tehát nem azonos sem a beszédfeldolgozással, sem a megértéssel. A hallás önmagában nem biztosítja a beszéd feldolgozását; hiányában, illetve részleges működésekor viszont a ráépülő percepciós folyamatok nem működhetnek tökéletesen (Gósy 2005). A beszédpercepciót leggyakrabban gátló folyamatok egyike a nagyothallás. Nagyothallásról akkor beszélünk, ha a hallásteljesítmény gyengébb az adott életkorban elvárt szintnél (Kiefer 1998). A hallássérülés lehet veleszületett vagy szerzett; típusai szerint megkülönböztetünk vezetési (a hallójáratban, a dobhártyán, a hallócsontokon vagy a dobüregben van kóros elváltozás), idegi eredetű (a hallóideg, az agyi pályák és központok károsodása) és kevert típusú hallássérülést (Hochenburger–Pauka 1985; Gósy 2004). Az akusztikus visszacsatolás teljes vagy részleges hiánya, vagyis a hallássérülés eltérő fokozatai (és egyéb tényezők is) különféleképpen befolyásolják az anyanyelv-elsajátítás indulását és fejlődését. A nagyothallás, illetve a siketség folyamatos fennállása pedig további nyelvelsajátítási zavarokhoz vezethet (Csányi 1990, 2005).

A nagyothallás nemcsak a beszédpercepcióban okoz nehézségeket, hanem a beszédprodukcióban is. A hibás artikuláció korrigálása számos tényező (életkor, mikor kapott hallókészüléket, fejlesztés stb.) függvénye. A beszédprodukció kivitelezése különösen bizonytalan. A siketek és a súlyos nagyothal-

lók általában képtelenek az alaphangmagasságot a beszéddallam megformálásához megfelelően használni, beszédük monoton jellegű (Bombolya 2007). A hangsúlyozás sokszor hibás, a beszédtempó rendszerint lassú, és a hangerőt is nehezen szabályozzák. A nagyothallók a hallókészülék segítségével relatíve jól megértik a hangzó beszédet – többségük az átlagember számára is érthetően beszél –, beszédprodukcójukon azonban kisebb-nagyobb mértékben érezhető a halláscsökkenés és a kontroll részleges hiánya. A magyar nagyothalló gyermekek kiejtéséről igen kevés objektív vizsgálat van, holott ezek eredményei jelentősek lehetnek a nagyothallók beszépterápiájában.

A jelen kutatás célja annak feltérképezése, hogy milyen jellegzetes eltérések mutathatók ki a nagyothallók és az ép halló gyermekek beszédében a magánhangzó időtartamában és formánsaiban. Feltételezzük, hogy a magánhangzó időtartamát tekintve csupán néhány magánhangzó esetében lesz különbség a kontroll ejtéshez képest. Ezt a hipotézist arra alapozzuk, hogy a nagyothallók a beszépterápia során elsajátítják a magánhangzók jellegzetes időtartamait a szavakban, továbbá a magánhangzó-hosszúságok bizonyos mértékig leolvashatóak a szájról olvasás során, illetőleg a korai olvasástanuláskor is megerősítik a rövid-hosszú magánhangzók differenciálását. Feltételezzük továbbá azt, hogy jellegzetes eltéréseket fogunk találni néhány magánhangzó formánsszerkezetében is, mivel a magánhangzók artikulációs gesztusai csak korlátozottan sajátíthatók el a szájról olvasás során, és az írott nyelv ebben nem jelent segítséget.

### **Kísérleti személyek, anyag és módszer**

Az elemzésekhez 12 nagyothalló iskolástól (7-8. osztályosok) és 12 ép halló, korban illesztett iskolástól vettünk fel spontán narratívákat (20 és 24 perc). (A kutatás során nem a halláskort vettük figyelembe, vö. Bombolya 2007). A spontán narratívák rögzítésekor ügyeltünk arra, hogy közel azonos témák szerepeljenek minden gyermeknél (pl. nyári utazások, iskola, tanórák). A hanganyagokat szakaszszinten annotáltuk, és automatikusan hangszinten felcímkéztük, majd kézzel javítottuk azokat, ahol szükséges volt (1. ábra).

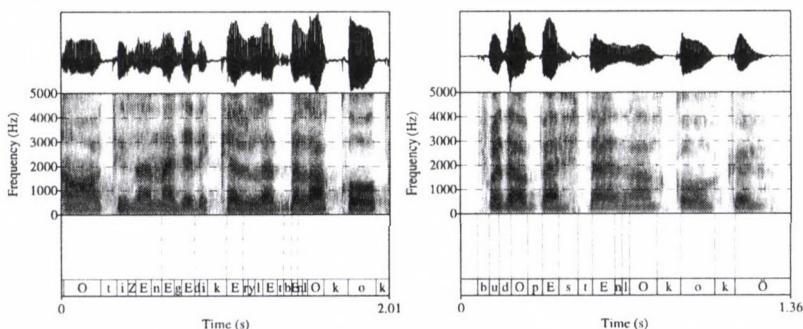
A magánhangzók formánsértékeit, időtartamát és a beszéd artikulációs tempóját automatikusan a Praat szoftverben írt szkripttel mértük ki. A vizsgálat során 8200 db magánhangzót elemeztünk; ép hallók: 4500 db, nagyothallók 3700 db. Az adatokon statisztikai elemzéseket készítettünk (az SPSS 13.0 szoftverrel).

### **Eredmények**

#### **Beszédsebesség**

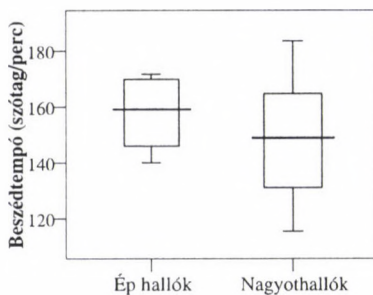
A beszédtempó (beszédsebesség), az időegységre jutó nyelvi jelek száma (Gósy 2004), függetlenül attól, hogy a közlésben volt-e szünet vagy (más) megakadásjelenség. A szünettartástól függően a nagyothalló gyermekek beszédtempója 118–186 szó/perc közé, míg az ép halló gyermekeké 139–171

szó/perc közé esett. Jóllehet, a nagyothallók átlagosan lassabb beszédtempóval beszélnek, igen nagyok köztük az egyéni különbségek, amit a nagy szó-rásérték mutat (2. ábra).



1. ábra

Az ép hallók (balra) és a nagyothalló gyermekek (jobbra) közléséről készült hullámforma, spektrogram és annotált beszéd



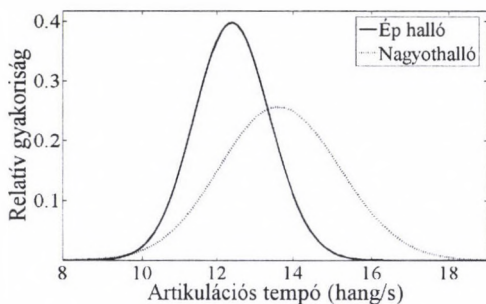
2. ábra

Az ép halló és a nagyothalló gyermekek beszédtempó-értékeinek eloszlása

A beszédtempó átlagos lassulása a szünetek időtartamának következménye, mivel az artikulációs tempóban fordított tendenciát adatoltunk. A korábbi kutatások megállapították, hogy a nagyothalló gyermekek szignifikánsan hosszabb néma szüneteket produkálnak beszédükben, mint az ép hallók (Beke–Horváth 2010). Az artikulációs sebesség azt mutatja meg, hogy a beszélő ténylegesen hány hangot ejt adott idő alatt másodpercenként (ekkor a szüneteket nem vesszük figyelembe a számításnál). A szakirodalom szerint a nagyothallók lassabb artikulációs tempóval hangosítják meg a felolvasott szöveget, mint az ép hallók (Plant–Hammaberg 1983). A lassabb artikulációs se-



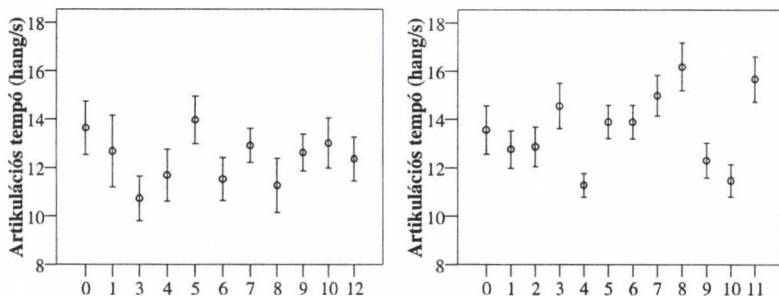
besség okaként azt feltételezik, hogy a visszacsatolás korlátozottsága miatt több időt kell fordítani az egyes beszédhangok megvalósítására. A jelen kutatásban a nagyothallók artikulációs tempója gyorsabb, átlagosan 13,6 hang/s (szórás 1,5 hang/s), mint az ép halló gyermekeké, ami átlagosan 12,3 hang/s (szórás 1 hang/s). Ez az eltérés statisztikailag szignifikáns [egytényezős varianciaanalízis:  $F(1, 21) = 4,9; p = 0,037$ ]. Az artikulációs tempó gyorsulása utal arra, hogy a nagyothallók gyorsabb artikulációs mozgásokat végeznek. A szakirodalom szerint ez elsősorban a mássalhangzók igen rövid ejtése miatt következik be, és ez a nagyothalló gyermekek esetében erőteljesebb hatású, mint az ép hallásúaknál (3. ábra).



3. ábra

Az artikulációs tempó az ép halló és a nagyothalló gyermekek spontán beszédében

Az artikulációs tempóban is jelentős egyéni eltéréseket találtunk; a nagyothallóknál itt is nagyobbak az egyéni különbségek (4. ábra).

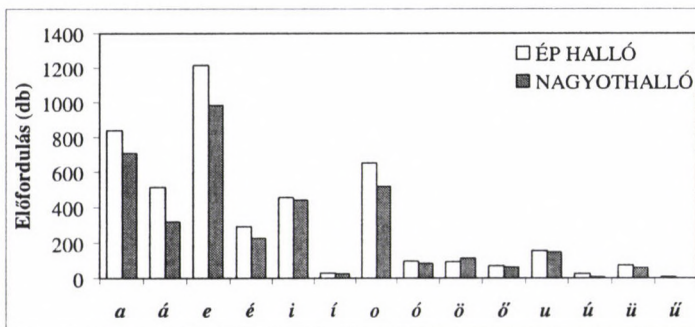


4. ábra

Az artikulációs tempó egyéni megvalósulásai az ép halló (balra) és a nagyothalló (jobbra) gyermekek beszédében

### Magánhangzó-időtartamok

Az egyes magánhangzók gyakorisága közel azonos volt az ép halló és a nagyothalló gyermekek spontán beszédében (5. ábra). Az egyes magánhangzók előfordulása jól korrelál a korábban ép hallású felnőttek spontán beszédében adatolt előfordulással (Gósy–Beke 2010).



5. ábra

A magánhangzók gyakorisága az ép halló és a nagyothalló gyermekek spontán beszédében

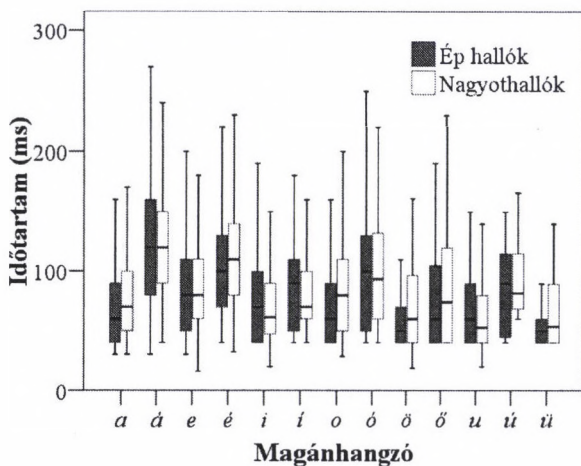
A magánhangzót meghatározó főbb fonológiai jegyek mentén csak néhány esetben találtunk szignifikáns eltérést az ép hallók és a nagyothallók között. Közel azonos időtartammal realizálódnak a fonológiaiilag rövid és hosszú, a palatális, a felső nyelvállású, a középső nyelvállású és az ajakréses magánhangzók az ép hallású és a nagyothallású gyermekek beszédében (1. táblázat).

1. táblázat: Az artikulációs jegyek és az időtartam összefüggései az ép hallású és a nagyothalló gyermekek beszédében

|                        | Átlagos időtartam (ms) |             |
|------------------------|------------------------|-------------|
|                        | Ép halló               | Nagyothalló |
| Fonológiaiilag rövid   | 86                     | 85          |
| Hosszú                 | 123                    | 123         |
| <b>Palatális</b>       | <b>94</b>              | <b>91</b>   |
| Veláris                | 94                     | 95          |
| Felső nyelvállású      | 82                     | 80          |
| Középső nyelvállású    | 97                     | 96          |
| <b>Ajakkerekítéses</b> | <b>87</b>              | <b>83</b>   |
| Ajakréses              | 101                    | 102         |

Igen kicsi, de szignifikáns különbség van a nagyothalló és az ép halló gyermekek palatális magánhangzóinak időtartamában [egytenyezős varianciaanalízis  $F(1, 6760) = 4,750; p = 0,029$ ]; a nagyothalló gyermekek palatális magánhangzóinak átlagos időtartama 94 ms, míg az ép hallóké 91 ms. Az ajakkerekítettségben is szignifikáns eltérés mutatható ki [egytenyezős varianciaanalízis  $F(1, 6331) = 5,32; p = 0,021$ ].

A vizsgálatunkban kilenc magánhangzó esetében tendenciaszerűen hosszabb volt a nagyothalló gyermekek átlagos magánhangzó-időtartama az ép hallókéhoz képest: [ɔ, ɛ, e, o, ø, ø, u, y, y:] (6. ábra). Négy esetben pedig az [o, u, i, a, i:]-ket a nagyothalló gyermekek átlagosan rövidebben ejtették, mint az ép hallók (2. táblázat). A statisztikai elemzések azonban a magánhangzók közül csak az [ɔ, o, ø, y] esetében mutattak ki szignifikáns eltérést az időtartam tekintetében a nagyothallók és az ép hallók között. Az ép hallók beszédében az [ɔ] átlagosan 74 ms időtartamban realizálódik, míg a nagyothallókéban átlagosan 83 ms [egytenyezős varianciaanalízis:  $F(1, 1501) = 10,626; p = 0,001$ ]. Az [o]-t a nagyothallók átlagosan 88 ms-mal ejtik, ami átlagosan 10 ms-mal hosszabb, mint az ép hallóké [egytenyezős varianciaanalízis:  $F(1, 1647) = 19,972; p = 0,000$ ]. Az [ø] hang átlagosan 58 ms az ép hallók beszédében, míg a nagyothallókéban jellegzetesen hosszabb, 78 ms [egytenyezős varianciaanalízis:  $F(1, 310) = 8,983; p = 0,003$ ]. A nagyothallók beszédében az [y] átlagosan 136 ms-os, míg az ép hallóké 107 ms időtartamú [egytenyezős varianciaanalízis:  $F(1, 188) = 4,333; p = 0,039$ ].



6. ábra

A magánhangzók időtartamai ép halló és nagyothalló gyermekeknél



2. táblázat: Az ép halló és a nagyothalló gyermekek magánhangzóinak átlagos időtartama

|    | Ép hallók  |             | Nagyothallók |             |
|----|------------|-------------|--------------|-------------|
|    | Átlag (ms) | Szórás (ms) | Átlag (ms)   | Szórás (ms) |
| ɔ  | <b>74</b>  | <b>51</b>   | <b>83</b>    | <b>47</b>   |
| a: | 133        | 77          | 125          | 53          |
| ɛ  | 87         | 54          | 89           | 46          |
| e: | 107        | 53          | 136          | 347         |
| i  | 79         | 44          | 75           | 42          |
| i: | 90         | 38          | 81           | 34          |
| o  | <b>78</b>  | <b>45</b>   | <b>88</b>    | <b>46</b>   |
| o: | 102        | 55          | 102          | 50          |
| ø  | <b>58</b>  | <b>25</b>   | <b>78</b>    | <b>62</b>   |
| ø: | 81         | 51          | 90           | 53          |
| u  | 67         | 31          | 65           | 36          |
| u: | 89         | 38          | 95           | 37          |
| y  | <b>58</b>  | <b>28</b>   | <b>68</b>    | <b>33</b>   |
| y: | 107        | 53          | 136          | 347         |

Megvizsgáltuk, hogy különböző módon hat-e a magánhangzó időtartamára a közvetlen hangkörnyezete annak függvényében, hogy ép halló vagy nagyothalló beszédéről van-e szó. A kérdésünk megválaszolására olyan statisztikai elemzést használtunk, amely képes több faktornak a függő változóra gyakorolt hatását mérni (3. táblázat). A környezetfüggő címkézésben a beszédhang-minőségeket meghatározó kérdéseket tettünk fel: a bal oldali hang nazális? IGEN/NEM. Minden címke első karaktere azt jelenti, hogy a bal (B), a jobb (J) vagy a középső (K) hangra vonatkozik-e. További jelölések: NASAL = nazális, BILABIAL = bilabiális, ALVEOLAR = alveoláris, VELAR = veláris, PALATAL = palatális, ZAR = zárhangok, SIL = szünet, ROVID = fonológiailag rövid, FELSO = felső nyelvtámasztás, KOZEP = középső nyelvtámasztás (a korábbi döntésifa-elelmzések alapján ebbe a csoportba soroltuk az alsó nyelvtámasztás magánhangzókat is), AJAKKER = ajakkerekítések.

A nagyothalló gyermekek esetében gyengébb kontextushatást mutattunk ki, mint az ép hallók esetében. Ez azt jelenti, hogy a környezet kevésbé hat a magánhangzó időtartamára a nagyothallók beszédében, ami arra utalhat, hogy a koartikuláció kisebb mértékű. A nemzetközi szakirodalomból ismeretes, hogy a nagyothallók különböző stratégiát alkalmaznak a hangsúlyhelyzettől függően. A brazil portugálra kimutatták, hogy hangsúlyos helyzetben a nagyothallók hosszabb időtartamú magánhangzókat ejtenek, mint az ép hallók, illetve a hangsúlyos és hangsúlytalan szótagban előforduló magánhangzók

időtartamának aránya is nagyobb a nagyothallóknál. Eltérő megvalósulásokat találtak a magánhangzók formánszervezetében is (Barzaghi–Mendes 2008).

3. táblázat: A hangkörnyezet hatásának vizsgálata a magánhangzóra az ép hallók és a nagyothallók beszédében

| Hangkörnyezet | Ép halló |         |            | Nagyothalló |         |            |
|---------------|----------|---------|------------|-------------|---------|------------|
|               | F        | p       | Átlag (ms) | F           | p       | Átlag (ms) |
| B_ZÖNGÉS      | 1,49     | > 0,050 | 92,8       | 0,57        | > 0,050 | 46,5       |
| B_NASAL       | 8,38     | 0,000   | 87,5       | 2,10        | > 0,050 | 44,0       |
| B_BILABIAL    | 1,04     | > 0,050 | 89,6       | 0,91        | > 0,050 | 51,5       |
| B_ALVEOLAR    | 4,99     | 0,030   | 88,4       | 0,12        | > 0,050 | 48,9       |
| B_VELAR       | 4,87     | 0,030   | 87,1       | 0,14        | > 0,050 | 49,4       |
| B_PALATAL     | 17,79    | 0,000   | 81,4       | 2,68        | > 0,050 | 40,4       |
| B_ZAR         | 0,05     | > 0,050 | 91,2       | 4,48        | 0,030   | 42,5       |
| B_RÉS         | 0,00     | > 0,050 | 96,0       | 0,00        | > 0,050 | 46,0       |
| B_SIL         | 0,45     | > 0,050 | 90,0       | 1,01        | > 0,050 | 43,3       |
| RÖVID         | 67,87    | 0,000   | 81,9       | 26,72       | 0,000   | 36,4       |
| HOSSZÚ        | 67,87    | 0,000   | 108,5      | 26,72       | 0,000   | 184,2      |
| PALATALIS     | 22,17    | 0,000   | 86,0       | 5,51        | 0,020   | 53,1       |
| FELSO         | 9,30     | 0,000   | 87,8       | 23,28       | 0,000   | 37,6       |
| AJAKKER       | 76,84    | 0,000   | 80,5       | 0,27        | > 0,050 | 46,7       |
| J_ZÖNGÉS      | 0,90     | > 0,050 | 90,5       | 6,57        | 0,010   | 42,6       |
| NASAL         | 4,23     | 0,040   | 94,6       | 0,59        | > 0,050 | 50,3       |
| J_BILABIAL    | 13,89    | 0,000   | 100,3      | 2,15        | > 0,050 | 41,5       |
| J_ALVEOLAR    | 33,67    | 0,000   | 102,4      | 5,78        | 0,020   | 39,8       |
| J_VELAR       | 19,57    | 0,000   | 102,3      | 1,55        | > 0,050 | 42,3       |
| J_PALATAL     | 1,64     | > 0,050 | 95,9       | 2,92        | > 0,050 | 37,6       |
| J_ZAR         | 11,07    | 0,000   | 86,9       | 2,74        | > 0,050 | 43,4       |
| J_RÉS         | 1,41     | > 0,050 | 93,0       | 1,70        | > 0,050 | 45,1       |
| J_SIL         | 3,20     | > 0,050 | 96,1       | 15,92       | 0,000   | 31,3       |

Az elemzésekben megkülönböztettük a fonológiailag hosszú és rövid magánhangzókat. A nagyothallók beszédében a rövid magánhangzók az egy szótagos szavak kivételével tendenciaszerűen hosszabb időtartammal realizálódnak, mint az ép hallók beszédében (4. táblázat), amely eredmény korrelál a brazil portugálban mért adatokkal.

A hosszú magánhangzók esetében az ép hallók folytonos rövidülést produkálnak a magánhangzók időtartamában a szó eleji szótagtól a szó utolsó szótagjáig (5. táblázat). A nagyothallók ettől eltérő stratégiát alkalmaznak; a szó belsejében lévő magánhangzók rövidülnek, míg a szóvégek megnyúlnak.



4. táblázat: A rövid magánhangzók időtartama a fonetikai pozíció függvényében

|              | Ép hallók  |             | Nagyothallók |             |
|--------------|------------|-------------|--------------|-------------|
|              | Átlag (ms) | Szórás (ms) | Átlag (ms)   | Szórás (ms) |
| Egy szótagos | 103        | 93          | 90           | 51          |
| Első szótagi | 78         | 48          | 81           | 45          |
| Szó belseji  | 77         | 44          | 83           | 45          |
| Szóvégi      | 85         | 59          | 97           | 223         |

5. táblázat: A hosszú magánhangzók időtartama a fonetikai pozíció függvényében

|              | Ép hallók  |             | Nagyothallók |             |
|--------------|------------|-------------|--------------|-------------|
|              | Átlag (ms) | Szórás (ms) | Átlag (ms)   | Szórás (ms) |
| Egy szótagos | 137        | 102         | 96           | 52          |
| Első szótagi | 118        | 69          | 121          | 51          |
| Szó belseji  | 116        | 67          | 120          | 40          |
| Szóvégi      | 91         | 60          | 104          | 58          |

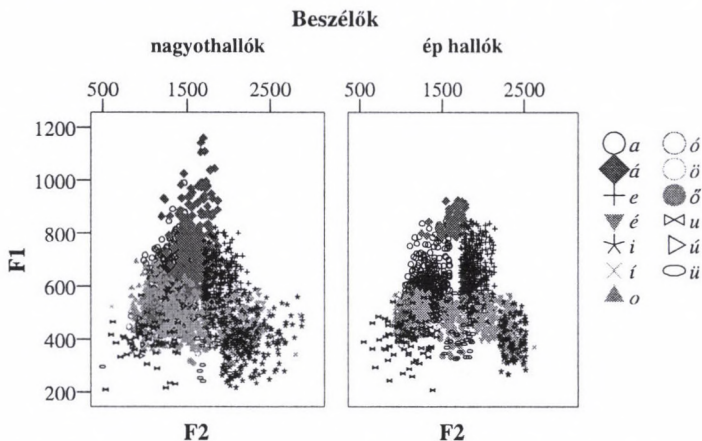
Elemeztük, hogy milyen hatása van a fonetikai pozíciónak a magánhangzó időtartamára. A fonológiai időtartam tekintetében is csak a fonetikai pozíciónak van szignifikáns hatása az időtartamra mind a két csoportban [rövid magánhangzók:  $F(3, 6469) = 7,729$ ;  $p = 0,004$ ; hosszú magánhangzók:  $F(3, 1773) = 3,805$ ;  $p = 0,006$ ].

#### A magánhangzók formánsszerkezete

Elemeztük a magánhangzók formánsértékeit azzal a céllal, hogy az akusztikai tényből következtethessünk az artikulációs gesztus megvalósítására. A magánhangzót minden esetben az első két formánsértékkel jellemeztük, amelyek jól korrelálnak a nyelv vízszintes és függőleges mozgásával. Az ép hallású gyermekek beszédében a magánhangzók jól elkülönülnek az  $F_1 \times F_2$  térben szemben a nagyothallókéival, ami azt jelenti, hogy pontosabb képzésű magánhangzókat ejtenek, mint a nagyothalló gyermekek (7. ábra). A nagyothallók beszédére jellemző, hogy a nyelv vízszintes mozgását tekintve hátrébb, illetve a nyelv függőleges mozgásában centralizáltabban képzik a hangokat. Magánhangzók artikulációs tere ennek következtében szűkebb; jellegzetes eltéréseket mutatnak a palatális magánhangzók: alsóbb nyelvállással és (a szájtüregben) hátrébb képzetten realizálódnak.

Az egyes magánhangzókat megvizsgálva szignifikáns különbség mutatható ki az [a:, e, e:, i] magánhangzó esetében a két kísérleti csoport között. A nyelv függőleges mozgását tekintve ( $F_1$  érték) szignifikáns különbség van az ép halló és a nagyothalló gyermekek [a:, e, e:] magánhangzóiban. A nagyothallók alacsonyabb nyelvállással képezik az [a:] magánhangzót, amelynek  $F_1$  értéke

átlagosan 742 Hz, míg az ép hallóké 848 Hz [ $F(1, 315) = 37,34; p = 0,001$ ]. Hasonló tendenciát találtunk az [e] és [e:] magánhangzókban. A nagyothallók beszédében az [e] beszédhang  $F_1$  értéke átlagosan 579 Hz, az ép hallóké 628 Hz [ $F(1, 911) = 55,49; p = 0,001$ ]. Az [e:] is alacsonyabb nyelvállással képződik a nagyothallóknál, amelynek az  $F_1$  értéke átlagosan 453 Hz, ezzel szemben az ép hallóké 473 Hz [ $F(1, 265) = 10,49; p = 0,001$ ]. A nyelv vízszintes mozgásában mint artikulációs gesztusban különbséget találtunk az ép halló és a nagyothalló gyermekek között. A nagyothalló gyermekek az [a:] és [i] magánhangzót jellegzetesen hátrább ejtik, mint az ép hallók. A nagyothallók [a:] beszédhangjának második formánsa átlagosan 1593 Hz, míg az ép hallóké 1641 Hz [ $F(1, 315) = 5,46; p = 0,020$ ]. Az [i]  $F_2$ -jét a nagyothallók átlagosan 2360 Hz-en ejtik, míg az ép hallók 2236 Hz-en [ $F(1, 392) = 38,58; p = 0,001$ ].



7. ábra

A nagyothalló és az ép halló gyermekek formánsainak eloszlása az  $F_1 \times F_2$  térben

A hangminőségek elkülönülését automatikus osztályozással teszteltük. Az osztályozáshoz döntési fát használtunk WEKA környezetben. A döntési fák alapötlete az, hogy az összetett összefüggéseket egyszerű döntések sorozatára vezesse vissza. A döntési fák jelentős előnye, hogy képesek felismerni, vajon mely paraméterek a jelentősek a csoportosításban. Általában elmondható, hogy azok a jellemzők, amelyek fontosak egy csoportba soroláshoz, azok a fa tövéhez vannak közel, attól távolodva a szerepük csökken.

A döntési fa feladata az volt, hogy a magánhangzók első két formánsértéke alapján döntse el, hogy egy-egy hang melyik magánhangzó-minőséget képviseli. Az eredmények azt mutatják, hogy az ép halló gyermekek magánhang-

zói pontosabban, egymástól jól elkülöníthető módon realizálódnak, így az automatikus osztályozás eredménye magasabb, 76%, mint a nagyothalló gyermekek esetében, akiknél 68% (6–7. táblázat).

6. táblázat: A döntési fa helyes osztályozási mátrixa az ép halló gyermekek magánhangzóira

|    | ɔ           | a:          | ɛ           | e:          | i           | i:         | o           | o:         | ø           | ø:          | u           | y           |
|----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| ɔ  | <b>83,0</b> | 3,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0        | 14,0        | 0,0        | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         |
| a: | 19,0        | <b>70,0</b> | 11,0        | 0,0         | 0,0         | 0,0        | 0,0         | 0,0        | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         |
| ɛ  | 0,0         | 1,0         | <b>95,0</b> | 3,0         | 0,0         | 0,0        | 0,0         | 0,0        | 1,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         |
| e: | 0,0         | 0,0         | 25,0        | <b>74,0</b> | 1,0         | 0,0        | 0,0         | 0,0        | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         |
| i  | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 27,0        | <b>70,0</b> | 2,0        | 0,0         | 0,0        | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         |
| i: | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 24,0        | 76,0        | <b>0,0</b> | 0,0         | 0,0        | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         |
| o  | 22,0        | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0        | <b>76,0</b> | 0,0        | 0,0         | 0,0         | 2,0         | 0,0         |
| o: | 9,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0        | 79,0        | <b>0,0</b> | 0,0         | 0,0         | 12,0        | 0,0         |
| ø  | 14,0        | 0,0         | 22,0        | 0,0         | 0,0         | 0,0        | 0,0         | 0,0        | <b>41,0</b> | 14,0        | 0,0         | 11,0        |
| ø: | 13,0        | 0,0         | 5,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0        | 0,0         | 0,0        | 39,0        | <b>21,0</b> | 0,0         | 21,0        |
| u  | 3,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0        | 42,0        | 0,0        | 0,0         | 0,0         | <b>55,0</b> | 0,0         |
| y  | 3,0         | 0,0         | 10,0        | 0,0         | 0,0         | 0,0        | 0,0         | 0,0        | 14,0        | 31,0        | 0,0         | <b>41,0</b> |

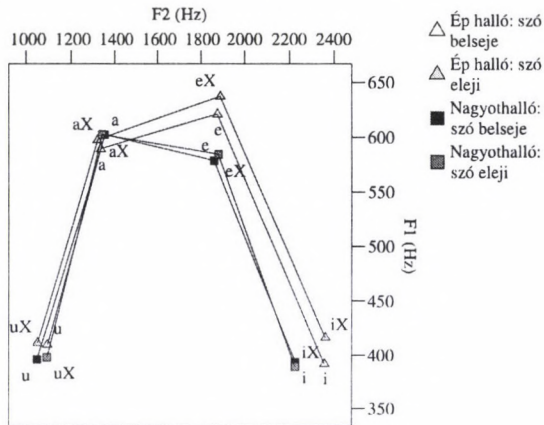
7. táblázat: A döntési fa helyes osztályozási mátrixa a nagyothalló gyermekek magánhangzóira

|    | ɔ           | a:          | ɛ           | e:          | i           | i:         | o           | o:         | ø          | ø:          | u           | y           |
|----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| ɔ  | <b>70,0</b> | 12,0        | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0        | 17,0        | 0,0        | 1,0        | 0,0         | 0,0         | 0,0         |
| a: | 11,0        | <b>78,0</b> | 11,0        | 0,0         | 0,0         | 0,0        | 0,0         | 0,0        | 0,0        | 0,0         | 0,0         | 0,0         |
| ɛ  | 0,0         | 2,0         | <b>90,0</b> | 5,0         | 3,0         | 0,0        | 0,0         | 0,0        | 0,0        | 0,0         | 0,0         | 1,0         |
| e: | 0,0         | 0,0         | 11,0        | <b>36,0</b> | 52,0        | 1,0        | 0,0         | 0,0        | 0,0        | 0,0         | 0,0         | 1,0         |
| i  | 0,0         | 0,0         | 4,0         | 14,0        | <b>81,0</b> | 0,0        | 0,0         | 0,0        | 0,0        | 0,0         | 0,0         | 1,0         |
| i: | 0,0         | 0,0         | 11,0        | 16,0        | 68,0        | <b>0,0</b> | 5,0         | 0,0        | 0,0        | 0,0         | 0,0         | 0,0         |
| o  | 29,0        | 1,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0        | <b>65,0</b> | 1,0        | 0,0        | 2,0         | 2,0         | 0,0         |
| o: | 17,0        | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0        | 77,0        | <b>7,0</b> | 0,0        | 0,0         | 0,0         | 0,0         |
| ø  | 32,0        | 2,0         | 27,0        | 0,0         | 0,0         | 0,0        | 10,0        | 0,0        | <b>5,0</b> | 24,0        | 0,0         | 0,0         |
| ø: | 18,0        | 6,0         | 9,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0        | 33,0        | 0,0        | 15,0       | <b>18,0</b> | 0,0         | 0,0         |
| u  | 4,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0        | 63,0        | 0,0        | 0,0        | 0,0         | <b>34,0</b> | 0,0         |
| y  | 0,0         | 0,0         | 16,0        | 11,0        | 21,0        | 0,0        | 5,0         | 0,0        | 0,0        | 16,0        | 5,0         | <b>26,0</b> |

A braziliai portugálban igazolták, hogy a nagyothallók magánhangzóinak formánsértékei eltérnek az ép hallókétól attól függően, hogy milyen fonetikai



pozícióban realizálódnak. A jelen kutatásban azt feltételeztük, hogy a nagyothalló gyermekek beszédében nem lesz olyan mértékű különbség a magánhangzók formánsértékeiben a fonetikai pozíció tekintve, mint az ép hallóknál. A kapott adatok szerint azonban az egyes fonémarealizációk tekintetében az ép hallók és a nagyothalló gyermekek ejtésében is különbség van attól függően, hogy a szótag elején, avagy nem a szótag elején fordulnak elő (8. ábra).



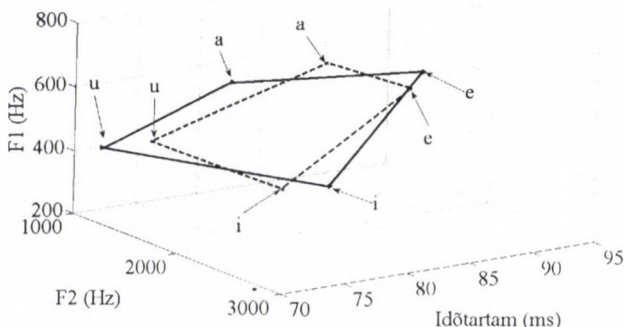
8. ábra

Az ép halló és a nagyothalló gyermekek kardinális magánhangzójának átlagos formánsértékei a fonetikai pozíció függvényében

Az ép hallók esetében mind az  $F_1$ , mind az  $F_2$  értékeire nagyobb hatást gyakorol a fonetikai pozíció. Az ép halló gyermekek  $F_1$  értékére ez a hatás 86%-os [ $F(35, 1819) = 88,206; p = 0,000$ ], míg a nagyothalló gyermekeknél 56%-os [ $F(43, 2179) = 65,625; p = 0,000$ ]. Ugyanez a tendencia mutatható ki az elemzett magánhangzók  $F_2$  értékében: [ép halló: ( $F(35, 1819) = 551,83; p = 0,000$ ;  $ETA = 96\%$ ); nagyothalló: ( $F(43, 2179) = 268,852; p = 0,000$ ;  $ETA = 89\%$ ].

Láthattuk, hogy mind az időtartamban, mind a formánsértékekben jelentős eltéréseket adatoltunk az ép halló és a nagyothalló gyermekek magánhangzói között. Azt is bebizonyítottuk, hogy az időtartam meghatározó az ép halló és a nagyothalló gyermekek beszédében az egyes artikulációs gesztusok kivitelezésében, ezért összefüggést feltételezünk a formánsfrekvenciák és az időtartam között. Ez a két minőség számos helyen korrelál egymással, más helyen kiegészítő kapcsolat van az időtartam és a formánsértékek között. Az időtartam-elemzésnél láttuk, hogy a veláris magánhangzó esetében jelentős eltérés van az ép halló és a nagyothalló gyermekek magánhangzóiban. A formánsok

elemzése pedig azt igazolta, hogy a nagyothalló gyermekek palatális magánhangzói, valamint a felső nyelvállásúak magánhangzói szignifikánsan eltérnek az ép hallókétól. A palatális magánhangzók minél pontosabb képzéséhez több időre van szüksége a nagyothalló gyermeknek, illetve a palatális magánhangzóknál egyszerre történik időtartam-csökkenés, illetőleg artikulációs célalulmulás (9. ábra).

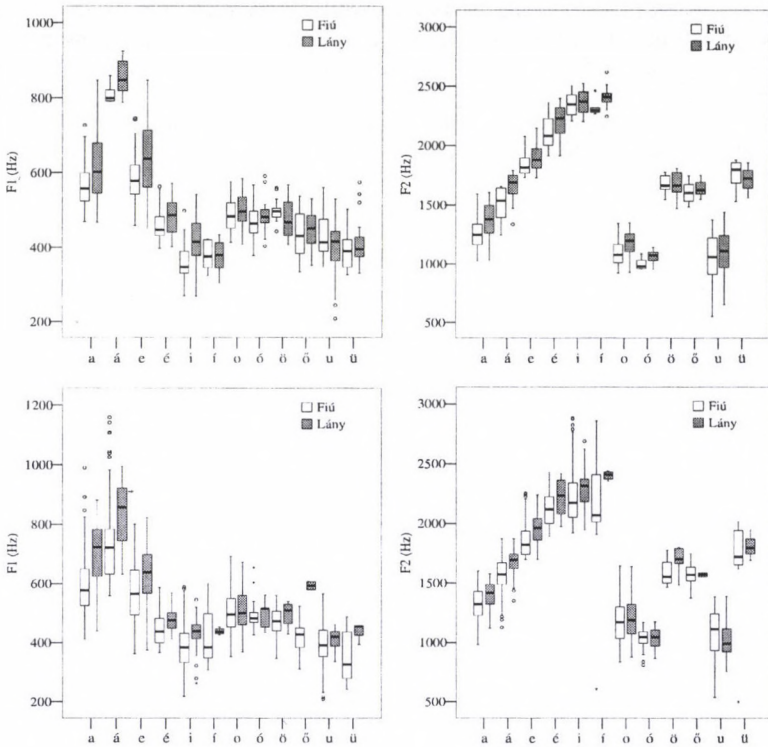


9. ábra

A kardinális magánhangzók elhelyezkedése az időtartam, az első és a második formánsértékek terében az ép halló és a nagyothalló gyerekek beszéde alapján

A formánsértékek – csakúgy, mint a felnőttek esetében – függenek a nemtől; mindegyik magánhangzó első két formánusa magasabb értéken realizálódik női ejtésben; ez a jelenség mind a nagyothalló, mind az ép halló gyermekek beszédében kimutatható (10. ábra).

A magánhangzók részletes akusztikai fonetikai elemzése a két kísérleti csoport hanganyagában azt mutatta, hogy a nagyothalló fiúk és lányok különböző stratégiát alkalmaznak az artikulációs gesztusok kivitelezésében, mint az ép hallók. Szignifikáns eltérést találtunk a fiúknál az  $F_1$  és az  $F_2$  értékében az [ɔ, o, u] magánhangzók esetében. Ezek a magánhangzók a nagyothalló fiúk ejtésében magasabban és előrébb képzettek, mint az ép halló fiúknál. Az [i, ø] magánhangzók ugyanakkor a nagyothalló fiúk artikulációjában hátrébb képződnek, mint az ép halló fiúk ejtésében. A lányoknál is fordított tendenciák láthatók: a magánhangzók hátrébb képzettek, illetve alacsonyabb nyelvállásúak (8. táblázat).



10. ábra

Az ép halló (fent) és a nagyothalló (lent) lány és fiú beszélők formánsértékei az egyes magánhangzóknak

Megvizsgáltuk, hogy az ép halló és a nagyothalló gyermekek magánhangzóira miképpen hat a közvetlen hangkörnyezet. A 9–10. táblázatban a bal oldali oszlopban (Faktor) a hangkörnyezetre és a magánhangzóra vonatkozó tényezők vannak, amelyek tulajdonképpen a független változók, a következő oszlop azt mutatja meg, hogy a független változó melyik formásra vonatkozik, mellette az  $F$ -statisztika és a szignifikancia értéke ( $p$ ) látható, majd a hatás (ETA). Az  $e$  mellett lévő két oszlopban a magánhangzó formánsértékeit tüntettük fel a „faktor” teljesülésének függvényében. Például az első sorban az IGEN azt jelenti, hogy zöngés, a NEM azt, hogy zöngétlen.



8. táblázat: Az ép halló és a nagyothalló fiú és lány gyermekek első két formásainak átlagos értékei

|        | F1 (Hz)  |             |          | F2 (Hz)      |             |          |              |
|--------|----------|-------------|----------|--------------|-------------|----------|--------------|
|        | Ép halló | Nagyothalló | <i>p</i> | Ép halló     | Nagyothalló | <i>p</i> |              |
|        | Átlag    | Átlag       |          | Átlag        | Átlag       |          |              |
| Fiúk   | ɔ        | 561         | 589      | <b>0,000</b> | 1258        | 1327     | <b>0,000</b> |
|        | a:       | 809         | 728      | > 0,050      | 1507        | 1582     | > 0,050      |
|        | ε        | 582         | 570      | > 0,050      | 1838        | 1854     | > 0,050      |
|        | e:       | 458         | 447      | > 0,050      | 2109        | 2129     | > 0,050      |
|        | i        | 363         | 385      | > 0,050      | 2347        | 2226     | <b>0,001</b> |
|        | i:       | 377         | 414      | > 0,050      | 2323        | 2143     | > 0,050      |
|        | o        | 485         | 502      | <b>0,006</b> | 1091        | 1178     | <b>0,000</b> |
|        | o:       | 470         | 492      | > 0,050      | 1000        | 1023     | > 0,050      |
|        | ø        | 499         | 470      | > 0,050      | 1676        | 1593     | <b>0,004</b> |
|        | ø:       | 438         | 424      | > 0,050      | 1606        | 1568     | > 0,050      |
|        | u        | 437         | 393      | <b>0,017</b> | 1060        | 1062     | > 0,050      |
|        | y        | 395         | 354      | > 0,050      | 1757        | 1718     | > 0,050      |
| Lányok | ɔ        | 616         | 704      | <b>0,000</b> | 1373        | 1400     | > 0,050      |
|        | a:       | 855         | 837      | > 0,050      | 1665        | 1673     | > 0,050      |
|        | ε        | 640         | 626      | > 0,050      | 1898        | 1958     | <b>0,000</b> |
|        | e:       | 481         | 479      | > 0,050      | 2207        | 2225     | > 0,050      |
|        | i        | 417         | 432      | > 0,050      | 2366        | 2293     | <b>0,003</b> |
|        | i:       | 377         | 439      | <b>0,019</b> | 2410        | 2403     | > 0,050      |
|        | o        | 501         | 511      | > 0,050      | 1181        | 1209     | > 0,050      |
|        | o:       | 486         | 496      | > 0,050      | 1064        | 1035     | > 0,050      |
|        | ø        | 479         | 497      | > 0,050      | 1666        | 1692     | > 0,050      |
|        | ø:       | 446         | 594      | <b>0,001</b> | 1644        | 1573     | > 0,050      |
|        | u        | 399         | 413      | > 0,050      | 1088        | 1036     | > 0,050      |
|        | y        | 413         | 436      | > 0,050      | 1718        | 1815     | > 0,050      |

A nagyothalló gyermekek beszédében a képzési jegyeknek hasonlóan erős hatása van a magánhangzókra, mint az ép hallóknál. A környezet hatása ugyancsak erős a magánhangzókra a nagyothallók beszédében, de ez a hatás elmarad az ép hallóknál tapasztaltaktól. Az F<sub>2</sub>-re gyakorolt hangkörnyezeti hatás összesen 68,0% a nagyothalló gyermekeknél, míg az ép hallóknál 74,5%. Az F<sub>1</sub> esetében a nagyothallók beszédében a hangkörnyezet 32,0%-ot magyaráz meg az adatokból, az ép hallóknál pedig 67,6%-ot. Ez azt jelenti, hogy kevésbé érvényesülnek a hangkörnyezeti hatások a nagyothallók beszé-

dében, mivel a kiejtés során minden egyes magánhangzónál töreksenek arra, hogy elérjék a célkonfigurációt, sokszor a hangkörnyezettől függetlenül is.

9. táblázat: A hangkörnyezet hatása a magánhangzók formánsszerkezetére az ép halló gyermekek beszédében

| Faktor                   | Formáns        | F-<br>statisztika | p     | ETA   | IGEN    | NEM     |
|--------------------------|----------------|-------------------|-------|-------|---------|---------|
| B_ZÖNGÉS                 | F <sub>2</sub> | 9,562             | 0,002 | 0,005 | 1900 Hz | 1861 Hz |
| B_VELÁRIS                | F <sub>1</sub> | 10,455            | 0,001 | 0,006 | 385 Hz  | 421 Hz  |
| K_RÖVID                  | F <sub>2</sub> | 99,007            | 0,000 | 0,052 | 1806 Hz | 1956 Hz |
|                          | F <sub>1</sub> | 140,316           | 0,000 | 0,072 | 442 Hz  | 363 Hz  |
| K_PALATÁLIS              | F <sub>2</sub> | 625,182           | 0,000 | 0,258 | 2082 Hz | 1679 Hz |
|                          | F <sub>1</sub> | 121,297           | 0,000 | 0,063 | 363 Hz  | 442 Hz  |
| K_FELSŐ NYELV-<br>ÁLLÁSÚ | F <sub>2</sub> | 113,307           | 0,000 | 0,059 | 1964 Hz | 1798 Hz |
|                          | F <sub>1</sub> | 561,072           | 0,000 | 0,238 | 321 Hz  | 484 Hz  |
| K_AJAKEREK.              | F <sub>2</sub> | 426,325           | 0,000 | 0,192 | 1704 Hz | 2057 Hz |
|                          | F <sub>1</sub> | 330,135           | 0,000 | 0,155 | 334 Hz  | 471 Hz  |
| J_ZÖNGÉS                 | F <sub>2</sub> | 5,818             | 0,016 | 0,003 | 1864 Hz | 1897 Hz |
|                          | F <sub>1</sub> | 7,357             | 0,007 | 0,004 | 411 Hz  | 394 Hz  |
| J_BILABIÁLIS             | F <sub>2</sub> | 7,581             | 0,006 | 0,004 | 1923 Hz | 1839 Hz |
| J_ALVEOLÁRIS             | F <sub>2</sub> | 8,530             | 0,004 | 0,005 | 1917 Hz | 1844 Hz |
| J_VELÁRIS                | F <sub>2</sub> | 9,998             | 0,002 | 0,006 | 1930 Hz | 1831 Hz |
| J_RÉS                    | F <sub>1</sub> | 16,672            | 0,000 | 0,009 | 388 Hz  | 417 Hz  |
| J_SIL                    | F <sub>2</sub> | 10,396            | 0,001 | 0,006 | 1937 Hz | 1825 Hz |
|                          | F <sub>1</sub> | 4,064             | 0,044 | 0,002 | 387 Hz  | 418 Hz  |
| Összes hatás:            | F <sub>2</sub> | <b>74,50%</b>     |       |       |         |         |
|                          | F <sub>1</sub> | <b>37,60%</b>     |       |       |         |         |

10. táblázat: A hangkörnyezet hatása a magánhangzók formánsszerkezetére a nagyothalló gyermekek beszédében

| Faktor       | Formáns        | F-<br>statisztika | p     | ETA   | IGEN    | NEM     |
|--------------|----------------|-------------------|-------|-------|---------|---------|
| B_NAZÁLIS    | F <sub>2</sub> | 34,968            | 0,000 | 0,016 | 1745 Hz | 1637 Hz |
| B_BILABIÁLIS | F <sub>2</sub> | 27,119            | 0,000 | 0,012 | 1626 Hz | 1755 Hz |
|              | F <sub>1</sub> | 12,703            | 0,000 | 0,006 | 499 Hz  | 457 Hz  |
| K_RÖVID      | F <sub>2</sub> | 23,212            | 0,000 | 0,011 | 1650 Hz | 1732 Hz |
|              | F <sub>1</sub> | 44,337            | 0,000 | 0,020 | 505 Hz  | 451 Hz  |

| Faktor            | Formáns        | F-<br>statisztika | p     | ETA   | IGEN    | NEM     |
|-------------------|----------------|-------------------|-------|-------|---------|---------|
| K_PALATÁLIS       | F <sub>2</sub> | 539,403           | 0,000 | 0,201 | 1886 Hz | 1495 Hz |
|                   | F <sub>1</sub> | 247,890           | 0,000 | 0,103 | 415 Hz  | 541 Hz  |
| K_FELSŐ<br>NYELV. | F <sub>2</sub> | 117,874           | 0,000 | 0,052 | 1782 Hz | 1599 Hz |
|                   | F <sub>1</sub> | 396,447           | 0,000 | 0,156 | 398 Hz  | 558 Hz  |
| K_AJAKKEREK.      | F <sub>2</sub> | 295,018           | 0,000 | 0,121 | 1532 Hz | 1849 Hz |
|                   | F <sub>1</sub> | 255,655           | 0,000 | 0,106 | 408 Hz  | 548 Hz  |
| J_ZÖNGÉS          | F <sub>2</sub> | 4,164             | 0,041 | 0,002 | 1676 Hz | 1705 Hz |
|                   | F <sub>1</sub> | 4,723             | 0,030 | 0,002 | 485 Hz  | 471 Hz  |
| J_NAZÁLIS         | F <sub>1</sub> | 4,605             | 0,032 | 0,002 | 468 Hz  | 488 Hz  |
| J_BILABIÁLIS      | F <sub>1</sub> | 10,538            | 0,001 | 0,005 | 501 Hz  | 455 Hz  |
| J_ALVEOLÁRIS      | F <sub>1</sub> | 18,565            | 0,000 | 0,009 | 502 Hz  | 453 Hz  |
| J_PALATÁLIS       | F <sub>1</sub> | 4,319             | 0,038 | 0,002 | 497 Hz  | 459 Hz  |
| J_SIL             | F <sub>1</sub> | 7,081             | 0,008 | 0,003 | 459 Hz  | 496 Hz  |
| Összes hatás:     | F <sub>2</sub> | <b>68%</b>        |       |       |         |         |
|                   | F <sub>1</sub> | <b>32%</b>        |       |       |         |         |

### A magánhangzók automatikus osztályozása a formánsszerkezet, az időtartam és a fonetikai környezet függvényében

Az osztályozás aránya az ép hallóknál 78%, ami azt jelenti hogy a magánhangzók 78%-át helyes magánhangzó-osztályba sorolta a gép. A nagyothalló gyermekek esetében ez az arány kisebb, 71%. Az ép hallók magánhangzóinak osztályozása során látható, hogy sok esetben, például az [i, i:] hangoknál, az osztályozó helyesen találja el, hogy melyik magánhangzó-minőségről van szó, de az időtartam-különbséget nem érzékeli. Ezért a fonológiaiag hosszú [i:] magánhangzókat a rövid [i] magánhangzók csoportjába sorolja. Ugyanez tapasztalható az [o, o:] és az [ø, ø:] magánhangzók esetében is (11. táblázat).

Az ép halló gyermekekhez hasonló tendencia látható a nagyothalló gyermekek esetében az [i, o] magánhangzóknál (nem különbözteti meg a fonológiai hosszúság szerinti realizációkat). Az [ø] hang esetében az alsóbb nyelvelváltású magánhangzókkal keveri össze az osztályozó az [ø] és az [ø:] magánhangzókat (12. táblázat).



11. táblázat: A döntési fa tévesztési mátrixa az ép halló gyermekek magánhangzóira a magánhangzó időtartama, formánsértékei és a hangkörnyezet alapján (%)

|    | ɔ           | a:          | ɛ           | e:          | i           | i:         | o           | o:         | ø           | ø:          | u           | y           |
|----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| ɔ  | <b>81,3</b> | 2,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0        | 15,3        | 0,4        | 0,9         | 0,2         | 0,0         | 0,0         |
| a: | 11,3        | <b>81,1</b> | 7,5         | 0,0         | 0,0         | 0,0        | 0,0         | 0,0        | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         |
| ɛ  | 0,0         | 0,8         | <b>95,4</b> | 3,0         | 0,0         | 0,0        | 0,0         | 0,0        | 0,8         | 0,0         | 0,0         | 0,0         |
| e: | 0,0         | 0,0         | 16,2        | <b>70,6</b> | 11,0        | 1,5        | 0,0         | 0,0        | 0,7         | 0,0         | 0,0         | 0,0         |
| i  | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 12,6        | <b>85,2</b> | 2,2        | 0,0         | 0,0        | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         |
| i: | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 17,6        | 82,4        | <b>0,0</b> | 0,0         | 0,0        | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         |
| o  | 19,6        | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0        | <b>71,1</b> | 3,4        | 0,0         | 0,0         | 5,8         | 0,0         |
| o: | 17,6        | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0        | 61,8        | <b>5,9</b> | 0,0         | 0,0         | 14,7        | 0,0         |
| ø  | 13,5        | 0,0         | 21,6        | 0,0         | 0,0         | 0,0        | 0,0         | 0,0        | <b>29,7</b> | 21,6        | 0,0         | 13,5        |
| ø: | 7,9         | 0,0         | 5,3         | 0,0         | 0,0         | 0,0        | 0,0         | 0,0        | 31,6        | <b>31,6</b> | 0,0         | 23,7        |
| u  | 3,3         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0        | 37,4        | 1,1        | 0,0         | 0,0         | <b>58,2</b> | 0,0         |
| y  | 3,4         | 0,0         | 6,9         | 0,0         | 0,0         | 0,0        | 0,0         | 0,0        | 20,7        | 24,1        | 0,0         | <b>44,8</b> |

12. táblázat: A döntési fa tévesztési mátrixa a nagyothalló gyermekek magánhangzóira a magánhangzó időtartama, formánsértékei és a hangkörnyezet alapján (%)

|    | ɔ           | a:          | ɛ           | e:          | i           | i:         | o           | o:          | ø           | ø:          | u           | y           |
|----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| ɔ  | <b>73,6</b> | 7,3         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0        | 15,4        | 0,6         | 2,2         | 0,6         | 0,4         | 0,0         |
| a: | 17,5        | <b>71,1</b> | 9,9         | 0,0         | 0,0         | 0,0        | 1,1         | 0,0         | 0,4         | 0,0         | 0,0         | 0,0         |
| ɛ  | 0,0         | 2,2         | <b>89,1</b> | 3,6         | 4,3         | 0,0        | 0,0         | 0,0         | 0,7         | 0,0         | 0,0         | 0,0         |
| e: | 0,0         | 0,0         | 13,0        | <b>64,1</b> | 21,4        | 1,5        | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         |
| i  | 0,0         | 0,0         | 5,4         | 12,3        | <b>79,2</b> | 2,7        | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,4         |
| i: | 0,0         | 0,0         | 10,5        | 5,3         | 73,7        | <b>5,3</b> | 5,3         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         |
| o  | 22,9        | 0,5         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0        | <b>65,6</b> | 3,3         | 2,0         | 1,8         | 4,0         | 0,0         |
| o: | 10,0        | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0        | 66,7        | <b>20,0</b> | 0,0         | 0,0         | 3,3         | 0,0         |
| ø  | 24,4        | 2,4         | 26,8        | 0,0         | 0,0         | 0,0        | 12,2        | 0,0         | <b>26,8</b> | 7,3         | 0,0         | 0,0         |
| ø: | 9,1         | 6,1         | 6,1         | 0,0         | 0,0         | 0,0        | 24,2        | 0,0         | 9,1         | <b>42,4</b> | 3,0         | 0,0         |
| u  | 8,9         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0        | 37,5        | 3,6         | 0,0         | 1,8         | <b>48,2</b> | 0,0         |
| y  | 0,0         | 0,0         | 26,3        | 0,0         | 15,8        | 0,0        | 5,3         | 0,0         | 5,3         | 5,3         | 5,3         | <b>36,8</b> |

### Következtetések

A jelen kutatásban arra kerestük a választ, hogy milyen jellegzetes eltérések mutathatók ki a nagyothalló és az ép halló gyermekek beszédében a magánhangzó időtartama és a formánsai tekintetében. Feltételezésünknek meg-

felelően csupán néhány magánhangzó esetében tudunk statisztikailag igazolható különbséget kimutatni a magánhangzók időtartamában az ép halló és a nagyothalló gyermekek ejtése között. Ennek oka elsősorban a nagyothallók beszédterápiájában kereshető, továbbá bizonyos kompenzálásokkal – mint a sikeres szájról olvasás, illetőleg a korai olvasástanulás – magyarázható. A palatális magánhangzók szignifikánsan rövidebb időtartamban valósultak meg a nagyothallóknál. A magánhangzók többsége időtartamában hosszabban realizálódott a nagyothalló gyermekek beszédében, ami egy beszédhangképzési kompenzációs stratégia eredménye lehet. A magánhangzók időtartamai közül az [ɔ, o, ø, y]-ben mutatható ki a szignifikáns eltérés a nagyothalló és az ép halló gyermekek között.

A kutatásban azt is igazoltuk, hogy ugyancsak jellegzetes eltérések mutathatóak ki néhány magánhangzó formánszerkezetében. A nagyothallók beszédére jellemző, hogy a nyelv vízszintes mozgását tekintve hátrébb, illetve a nyelv függőleges mozgását tekintve centralizáltabban képezik a magánhangzókat. Szignifikáns különbség mutatható ki az [a, e, e:, i] magánhangzó esetében. Az ép hallók esetében mind az  $F_1$ , mind az  $F_2$  értékeire nagyobb hatást gyakorol a fonetikai pozíció. A formánsérték a nagyothallók beszédében is függ a nemtől; de eltérő stratégiákat állapítottunk meg a nagyothalló és az ép halló gyermekek ejtésére vonatkozóan a nemtől függően. A nagyothalló fiúk és lányok különböző stratégiát követnek. A nagyothalló gyermekek különböző stratégiákat alkalmaznak a fonológiailag rövid és hosszú magánhangzók ejtésékor, mint az ép hallók. Az előbbieket magánhangzóira kevésbé hat az adott hangkörnyezet.

Megvizsgáltuk a magánhangzók első két formánsának és az időtartamnak az összefüggéseit. Az [ɔ, o, ø, y] magánhangzók esetében minél nyitottabban és minél előrébb képzett a magánhangzó, annál nagyobb a különbség az ép halló és a nagyothalló gyermekek magánhangzóinak időtartama között. Ha egy magánhangzó felsőbb nyelvállású és minél hátrébb képzett, annál jellegzetesebben térnek el a nagyothallók hangjainak időtartamai az ép hallókéétól.

Elkészítettük az ép halló és a nagyothalló gyermekek magánhangzóinak osztályozására képes algoritmust. Az eredmények nem igazoltak jelentős időtartam-különbséget az [i, o, ø] magánhangzóknál az ép hallók beszédében. Ezzel szemben a nagyothalló gyermekeknél nemcsak az időtartamban nem tudott különbséget tenni az osztályozó az [i, o, ø] magánhangzóknál, de sokszor összetévesztette őket az alacsonyabb nyelvállásúakkal. Ez az eltérő magánhangzó-minőség ejtésére utal. A kutatás eredményei hozzájárulhatnak a nagyothallók célzott fejlesztéséhez.

### Irodalom

- Barzaghi, Luisa – Mendes, Beatriz 2008. Stressed and unstressed vowel production in hearing-impaired speech. [http://www.isca-speech.org/archive/sp2008/papers/sp08\\_199.pdf](http://www.isca-speech.org/archive/sp2008/papers/sp08_199.pdf) (Letöltés: 2010. 10. 01.)

- Beke András – Horváth Viktória 2010. A spontán beszéd fonetikai mintázata hallássérült gyermekeknél. Előadás a XII. Pszicholingvisztikai Nyári Egyetemen, Balatonalmádi, 2010. május 25–27.
- Bombolya Mónika 2007. Hallássérült gyermekek beszédfeldolgozási folyamatai. In Gósy Mária (szerk.): *Beszédészlelési és beszédmegértési zavarok az anyanyelv-elsajátításban*. Nikol Kkt., Budapest, 72–83.
- Csányi Yvonne 1990. *Hallás-beszéd nevelés*. Tankönyvkiadó, Budapest.
- Csányi Yvonne 2005. A hallássérült gyermek. A hallássérült gyermek az óvodában. In Csendes Krisztina (szerk.): *Kisgyermek, nagy problémák*. RAABE Tanácsadó és Kiadó Kft., Budapest, 1–16.
- Gósy Mária 2004. *Fonetika, a beszéd tudománya*. Osiris Kiadó, Budapest.
- Gósy Mária 2005. *Pszicholingvisztika*. Osiris Kiadó, Budapest.
- Gósy Mária 2008. Nagyothallás, beszédfejlődés és nyelvhasználat. *Fejlesztő Pedagógia* 2008/1. 7–11
- Gósy Mária – Beke András 2010. Magánhangzó-időtartamok a spontán beszédben. *Magyar Nyelvőr* 134. 140–165
- Hochenburger Emil – Pauka Károly 1985. *Nagyothallók könyve. Tanácsok a hallókészülék használatához*. OMKER, Budapest.
- Kiefer Gábor 1998. Cochleáris implantáció utáni beszédrehabilitációs eredmények. *Beszédkutatás '98*. 204–213.
- Plant, Geoff – Hammarberg, Britta 1983. Acoustic and perceptual analysis of the speech of the deafened. *Speech Transmission Laboratory Quarterly Progress and Status Report* 24/2–3. 85–107.