

EXPLOZÍVÁK ÉS AFFRIKÁTÁK IDŐVISZONYAI

Gráci Tekla Etelka

Bevezetés

A beszédhangok képzése során az egyes artikulációs gesztusok egymással összeköttetésben, egymásra hatva működnek. Így például nemcsak a hangszalagok felől érkező, azok működése által meghatározott légáramot módosítja a szupraglottális artikuláció, hanem a beszédképző szervek az összeköttetések révén hatnak egymás beállításaira, illetve a hangszalagok feletti beszédszervek működésének okozta aerodinamikai jellemzők visszahatnak a hangszalagok működésére is.

Modális fonáció során a hangszalagokat összezárjuk, a tüdőből kiáramló levegő pedig felgyülemlik alattuk. Amikor a felgyűlő levegő nyomása elég nagy, hogy legyőzze a hangszalagok ellenállását, felnyitja azokat. Ez azonban csak akkor következhet be, ha a szupraglottális nyomás alacsonyabb, mint a hangszalagok felnyitásához szükséges nyomás (van den Berg 1958 alapján az eltérésnek legalább 3 H₂O cm-nek kell lennie – idézi Stevens 1998). Az obstruensek képzésekor az akadály fenntartása alatt az intraorális nyomás emelkedésével a hangszalagok feletti és – nyitott glottisz esetében – közötti nyomás is növekszik. Ezáltal a rezgéshez szükséges nyomáskülönbséghez közelíthet, vagy az alá csökkenhet az eltérés, így a hangszalagok rezgése megnehezedik, a nyitott szakasz időtartama növekszik (pl. Bickley–Stevens 1986), illetve le is állíthatja a zöngéképzést.

Az explozívák és az affrikáták képzésekor a szájüregben zárat hozunk létre. A zár megképzésétől a szájüregben a glottisz felől áramló levegő felgyülemlik, így az intraorális, illetve szupraglottális nyomás növekedni kezd, amely a szájüreg falát kifelé, a géget pedig lefelé nyomja; a hangszalagok között megnövekvő nyomás pedig szétnyomja a hangszalagokat. Az intraorális nyomás növekedésével a szájüreg és a pharynx fala passzívan nagyobb térfogat felé nyomódik nyugalmi pozíciójából (Ohala 1990). Ezt a folyamatot a szövetek, izmok lazításával segíthetjük elő. Az affrikáták zárképzése nem tökéletes (Szende 1974: ha a nyelvcsatorna mégis zárat képez, az „párnahatás” [ti. Bernoulli] eredménye), emiatt felpattanások, réses áramlás is megjelenhet.

Az explozívák zárfeloldásakor a szájüregben megemelkedett nyomás hat a „szándékolt” artikulációs gesztusra, azaz meggyorsítja a zár felnyitódását. Az explozívák esetében a zár felnyílásakor hirtelen felerősödik a légáram, így a nyomás ugyancsak hirtelen csökken. A (korábbi) zár területén annak felnyílása után lecsökken a nyomás, ami miatt visszazáródhat a zár, így többszöri

felpattanást eredményezhet (magyarra vö. Grácz–Kohári 2012). Ez a hatás a veláris explozívák esetében jelentősebb az érintkező területek nagyobb mérete miatt (Stevens 1998; Keating et al. 1983). A zár felnyílásakor először egy tranzienz szakasz jön létre, majd ahogy az intraorális nyomás csökkenésével a szájfal nyugalmi állapotába visszahelyezkedik, és megindul a glottisz felőli légáram, turbulens rezgés jön létre, amelyet hehezet, levegős zöngéképzés követhet, amennyiben a hangszalagrezgés leállt (Stevens 1992). Mindezen jellemzők időtartamának aránya függ a felnyílás sebességétől, amely a képzési helynek is függvénye a dorzum lassabb mozgása miatt.

Az affrikáták képzése során a zár elülső, kis része hirtelen nyílik fel – az explozívákhoz hasonlóan – azonban a hátsóbb, nagyobb felületű akadályterület csak ezután, réseken nyílik (Stevens 1998). Az elülső akadályrész felnyitását a zár mögött megnövekedett nyomás (ugyancsak az explozívák feloldásához hasonlóan) gyorsítja, a hirtelen nyomáscsökkenés pedig a hátsóbb felület átmeneti feljebb emelkedését okozza (Stevens 1998).

Az explozívák zárfeloldása során a nyomás fokozatosan csökken, míg az affrikáták esetében a résbe átnyúló képzés a spiránsokhoz hasonló hatást feltételez, azaz a résképzés, a spirantikus zörej keltésének és fenntartásának artikulációs szándéka tovább nehezíti a zöngé fenntartását. Az intenzív spirantikus zörej eléréséhez nagyobb akadály mögötti nyomás szükséges, amelyet a zöngétlen képzés (nyitott glottisz) során érhetünk el. Ha a szájüregi rés vagy a glottisz területén megnő a keresztmetszet, csökken az adott gerjesztés keltette rezgés amplitúdója (spiránsokra: Stevens et al. 1992). A képzés végén, amikor a szájüregbeli akadály nyitódása megindul, ismét növekszik a légáram, aminek következtében csökken az intraorális, a hangszalagok közötti és a transzglottális nyomás. A réses akadály és a glottisz keresztmetszete azonban nem állandó, hiszen a növekedő intraorális és hangszalagok közötti nyomás mindkettőre erőt fejt ki (spiránsokra: Stevens 1997).

A supraglottális üregrendszer aktív és passzív (nyomásnövekedés hatására történő) tágításával (kb. 20%-a a nyugalmi térfogatnak) csökkenthető a glottisz feletti nyomás növekedése. Ez elérhető a gége süllyesztésével, a pharynx tágításával, a légyszájpad emelésével, a nyelvgyök és az epiglottisz elöretolásával (Perkell 1969; Stevens 1998; Maddieson 1997; Ohala 1997; Shadle 1997). A hangszalagok lazítása és az aktív supraglottálisüreg-tágítás során a nyelv felszínéhez közeli izmok is lazulnak, további passzív tágulást okozva (Svirsky et al. 1997). A zöngéképzés lehetőségét fenntartó artikulációs gesztus lehet még a nazális üreg megnyitása, vagyis a zárszakasz egy részében megjelenő nazalizás, amely a nyomás lassabb növekedését szolgálja; esetleg a légáram „szökésének” biztosítása gyenge frikció révén (explozívákra: pl. Ohala 1997; Solé 2011; Solé–Sprouse 2011). További kompenzáció eredménye a zöngés obstruensek képzése közbeni zöngéfenntartás nehézségének következtében, hogy a zöngétlen párhoz viszonyítva jellemzően rövidebb időtartamban valósulnak meg (Maddieson 1997; Ohala 1997). Néhány ejtésben

pedig megváltozhat a képzési mód. Magyarra például Magdics 1969-ben a /z/ ejtésében adatolt approximáns jellegű realizációt.

A zöngéképzésre számos tényező van hatással. Intervokális helyzetben a hangszalagok beállítása és a nyomásviszonyok miatt könnyebb fenntartani a zöngét, mint szünet utáni vagy előtti helyzetben (Westburry–Keating 1986). A mássalhangzó képzési helyéhez közeli, felső nyelvvállású magánhangzók esetében tágabb a pharynx, ami a lassabb nyomásnövekedést segíti elő (Ohala–Riordan 1979; Pape et al. 2006). Magasabb nyelvvállásfokú magánhangzó környezetében ugyanakkor megnyúlik az explozívák zöngékezdési ideje, illetve a zörejes elem időtartama is, mivel a nyelv kisebb süllyesztésével csak lassabban távozik a szájüregből a levegő, így lassabban csökken az intraorális nyomás, és emelkedik a transzglottális nyomáskülönbség (pl. Stevens 1971; Ohala 1976, 1983). A mássalhangzó hátsóbb képzéshelye esetében kisebb térfogat, kisebb tágítható felület és nagyobb zárkiterjedés (nagyobb ellenállás, lomhább mozgás) nehezíti a zöngékezdés fenntartását (pl. Shadle 1997; Stevens 1998). A képzési hely hatásának következménye például a magyar palatális zárhangok képzésmódjának kérdése. Számos elemzés sorolta az explozívák, mások az affrikáták közé (vö. Kázmér 1961; Szende 1997: 111), azonban fonológiai szempontból, valamint a képzési hely sajátosságai alapján általánosan explozívának fogadható el (Ladefoged 1941; Cseresnyési 1992; Siptár 1995).

Mindezek mellett további hatások és egyéni beszéloi sajátosságok (adott fizikai paraméterek, pl. a szájüreg térfogata; artikulációs jellemzők – van Alphen–Smith 2004) is befolyásol(hat)ják a megvalósuló beszédhang szerkezetét.

Az eddigi, magyar nyelvre készült vizsgálatok közül kevés érinti magát a zöngéesség időviszonyait, a mássalhangzó időtartamával azonban számos kutatás foglalkozott. Gósy és Ringen (2009) olvasott szólistán alapuló elemzésében kimutatta, hogy a képzési hely hatással van a zöngékezdési időre szó belseji és végi helyzetben a zöngés és a zöngétlen felpattanó zárhangok esetében is. Ezt a tendenciát spontán beszédben is igazolták szó belseji helyzetben (Grácz et al. 2009). A mássalhangzó teljes időtartama alatti zöngé aránya, a zöngékezdési idő és az időtartam alapján a képzési hely függvényében változó gyakoriságú volt az oppozíció (részleges) neutralizációja (Grácz 2011a, b). Igazolták magyar nyelvben is a magánhangzó-környezet és a képzési hely együttes hatását, azaz a „képzési helyek” távolságának szerepét a zöngékezdési idő alakulásában (Gósy 2000). A beszélők közötti variabilitást az időssek és a fiatalok ejtésében megjelenő VOT-értékek eltéréseiben igazolták (Bóna 2011). Nemcsak a két csoport azonos beszédmódjában (olvasás és spontán beszéd) találtak eltérést, hanem az időssek esetében a két beszédmód mutatta zöngékezdési idő-mintázat nem tért el, míg a fiatalokéban igen. Azaz az életkorral nem csak az artikuláció, hanem a beszédstílus okozta hatás is változott.

A mássalhangzók időtartamának elemzése minden esetben kimutatta, hogy a zöngés fonémák megvalósulásai rövidebbek a zöngétleneknél. Az eltérés mértékére azonban számos tényező volt hatással: pl. a képzési mód (explozíva, affrikáta, spiráns), a képzési hely, a hangsorbeli helyzet és a hangsúlyosság, a hangsor hossza, a szomszédos magánhangzók képzési jegyei (pl. Gombocz–Meyer 1909; Magdics 1969; Kassai 1982; Olaszky 2006).

A jelen vizsgálatban azt a kérdést tettük fel, hogy az egyes zárhangpárok belső időtartamviszonyai hogyan alakulnak a zöngésség, a képzési hely és a kontextus függvényében, illetve milyen jellemzők hasonlóak és különbözőek a két képzési módban. Feltételeztük, hogy az explozívák zöngésségi oppozíciója csak ritkán neutralizálódik, amire a képzési hely, a kontextus és a beszélő ejtése is hatással lesz. Az affrikáták esetében a réses elem miatt gyakoribb részleges zöngétlenedést feltételeztünk, valamint azt vártuk, hogy a képzési helyek közelebbi mivolta miatt ez a jegy nem befolyásolja lényegesen az egyes vizsgált paraméterek alakulását. A fonetikai kontextus esetében feltételeztük, hogy nemcsak a magánhangzó saját, hanem a mássalhangzóéhoz viszonyított képzési jegyei is befolyásolják, hogy milyen mértékben hat a konzonánsok megvalósulásaira.

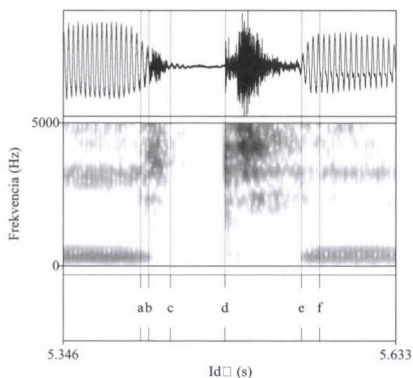
Kísérleti személyek, anyag és módszer

A kérdések megválaszolásához laboratóriumi beszéd elemzését választottuk. A vizsgálat anyagához olyan CVCVC logatomokat állítottunk össze, ahol az első és az utolsó mássalhangzó azonos (minden esetben /l/), a két magánhangzó azonos, /o/, /i/ vagy /u/, a vizsgált konzonáns pedig középen, tehát azonos magánhangzók közötti intervokális helyzetben szerepelt. Minden, a magyar nyelvben meglévő explozíva és affrikáta szerepelt a vizsgálatban, tehát a /b, p, d, t, j, c, g, k, ʧ, ts, ʤ, tʃ/ fonémák megvalósulásait elemeztük. A logatomokat (pl. *labal, libil, lubul, lapal, lipil, lupul*) az „A képernyőn a /VCVl alak látható.” mondatba ágyaztuk. Minden mondatot összesen négyszer olvastattunk fel az adatközlőkkel, randomizált sorrendben a SpeechRecorder szoftver (Draxler–Jansch 2004) segítségével. A felvételeket AT 4040 mikrofonnal, 40 kHz-en, 16 bites mintavételezéssel rögzítettük egy csendesített helységben.

A mondatokat négy női és két férfi adatközlő felolvasásában rögzítettük. Mindannyian a budapesti köznyelvet beszélő, ép hallású és beszédképzésű 20–29 éves beszélők voltak.

A hanganyagot a Praat 5.1–5.3 szoftver használatával címkéztük és elemeztük (Boersma–Weenink 2011). A jelen tanulmányban ismertetendő adatokhoz a mássalhangzó kezdetét és végét, a belső időszerkezet viszonyait jelöltük (1. ábra). Címkéztük a megelőző magánhangzó második formánsának lecsengését (a), a mássalhangzó zárszakaszának kezdetét (c), a zárfeloldás kezdetét (d), a követő magánhangzó második formánsának indulását (f), illetve a mássalhangzó képzése alatt a zöngé leállásának (b) és újbóli megindu-

lásának esetleges időpontját (e). Adatoltuk, hogy jelent-e meg 1. a magánhangzó-zár átmenet során előaspiráció vagy záródási zörej (felpattanás, réses elem), 2. a zárszakasz alatt átmeneti zárfelnyílás vagy 3. réses áramlás. Néhány esetben a realizáció nem zárhang, hanem rés- vagy közelítőhang volt. Ezekben az esetekben is jelöltük a mássalhangzó kezdetét és végét a hangátmenet alapján.



1. ábra

Címkepélda: a *li[tʃ]il* hangsor címkézése

Elemeztük a mássalhangzó realizációjának módját, az időtartamát (f–a), a zár (a zár kezdetétől a feloldás kezdetéig eltelt idő; d–c) és annak feloldásának (a feloldás kezdetétől a követő magánhangzó második formánsáig eltelt idő; f–d) időtartamát. Azokban a realizációkban, amelyek során leállt a zöngékezés, elemeztük a zöngge leállása és a zár kezdete között eltelt időt (b–c) és a zönggekezdesi időt (e–d).

A statisztikai elemzéseket az SPSS 19.0 szoftver segítségével végeztük. Az adatok a Shapiro–Wilk-próba alapján több esetben nem tekinthetők normál eloszlásúnak, ezért nemparametrikus (Mann–Whitney és Kruskal–Wallis) próbát alkalmaztunk.

Eredmények

A megvalósult hang képzési módja

A képzési mód ritkán tért el az alaprealizációban elvárt képzési módtól. Az esetek többségében zárhangként valósultak meg az elemzett fonémák. Approximánsként vagy réshangként a zöngések közül a /d/, /dʒ/, /j/ és /g/ jelent meg. Az alveolárisok 1-2 (1,4% és 2,9%), míg a palatális és a veláris 5 és 8 előfordulása (6,8% és 11,4%) jelent így meg. A zöngétlenek között a /c/ és a /tʃ/ (1,4% és 2,6%) jelent meg réshangként. Néhány realizáció esetében a képzés teljes időtartama alatt jelen volt gyenge réses áramlás, a szerkezet

azonban egyértelműen felbontható volt (szivárgó levegővel képzett) zárszakaszra és -feloldásra. Ez a /tʃ/, a /dʒ/ és a /j/ esetében volt adatolható (2,6–5,7%).

A zár időtartama alatt néhány esetben megjelentek korábbi felpattanások is, azaz a zár alatt nem folyamatos levegőszivárgás történt, hanem a mögötte felgyülemelő levegő néhány esetben korábban, mint a zár feloldása felnyitotta egyszer vagy többször átmenetileg a zárat. Ezt elsősorban az affrikáták jellemzőjeként tartják számon, Szende szerint (1974) ez a nem tökéletes zárképzés eredménye ezekben a hangzókbán. A zöngés explozívák zárszakasza alatt összesen háromszor (a /g/ és a /j/ esetében) fordult elő. A zöngétlen explozíváknál gyakrabban jelent meg. A /t/ esetében ötször (négyszer az /i/, egyszer az /ɔ/ környezetében), a /k/ esetében háromszor (az /ɔ/ és az /i/ kontextusában), a /c/ esetében pedig 11-szer (ebből nyolcszor az /ɔ/-s környezetben) fordult elő. A zár-réshangok között gyakoribb volt a zár alatti átmeneti felnyílásoknak az előfordulása. A /dʒ/ esetében hatszor (ebből négyszer az /ɔ/-s környezetben), a /dʒ/-ében 2-3-szor mindhárom jelent meg mindhárom kontextusban. A zöngétlen affrikáták között az alveolárisnál ötször (három esetben az /i/-k között), a posztalveolárisnál pedig az /u/-s környezetben kétszer fordult elő. A hangkörnyezet kismértékben befolyásolta az előfordulás gyakoriságát azokban a fonénamegvalósulásokban, amelyekben gyakoribb volt a jelenség. A /t/ és a /ts/ esetében az /i/-s, a /c/ és a /dʒ/ esetében az /ɔ/-s kontextus váltotta ki gyakrabban a zár alatti felnyílásokat. A /dʒ/ esetében mindhárom magánhangzónál hasonló értéket kaptunk. Elemeztük, hogy a jelenség tekinthető-e egyéni ejtésbeli jellegzetességnek, avagy egyértelműen csak magukat a konzonánsokat jellemzi. Két beszélő esetében egy-két fonéma realizációjában jelent meg, három kísérleti személy esetében négy fonémát érintett a jelenség, míg az f2-es adatközlőnél nyolc fonéma realizációjánál is adatolhattuk a jelenséget. Az összes zárhangként történt ejtéshez viszonyított arány is ennek megfelelően alakult. Míg a többi beszélőnél 0,7–3,5%-ban, ennél az adatközlőnél 15,3%-ban fordult elő a jelenség.

A zár feloldása néhány esetben egyáltalán nem adatolható a regisztrátumon (sem felpattanás, sem rés nem jelenik meg). A /b/ esetében 2,8%, a /j/-ében 1,4%, a /g/-ében pedig 6,8% volt ennek az előfordulása, a zöngétlenek között a /c/ esetében 1,4%, a /tʃ/-ében pedig 2,6% volt. Más esetekben előfordult többszöri felpattanás, illetve egy esetben kétszeri réses felnyílás. Az elemzések során nem csak a várt módú felnyílásokat (explozívák esetében egy vagy több felpattanás, affrikáták esetében résbe való átmenet – esetleg felpattanással; illetve a palatálisok esetében mindkettő) vettük figyelembe, hanem a feloldás ezektől eltérő módját is. Tehát például a felpattanó zárhangok esetén a ritkább réses nyitódást.

A mássalhangzó időtartama

A zöngés explozívák időtartama két kiugró értéktől eltekintve 33–136 ms között volt. A képzési helyfel haladva 86 ± 16 ms, 70 ± 14 ms, 83 ± 19

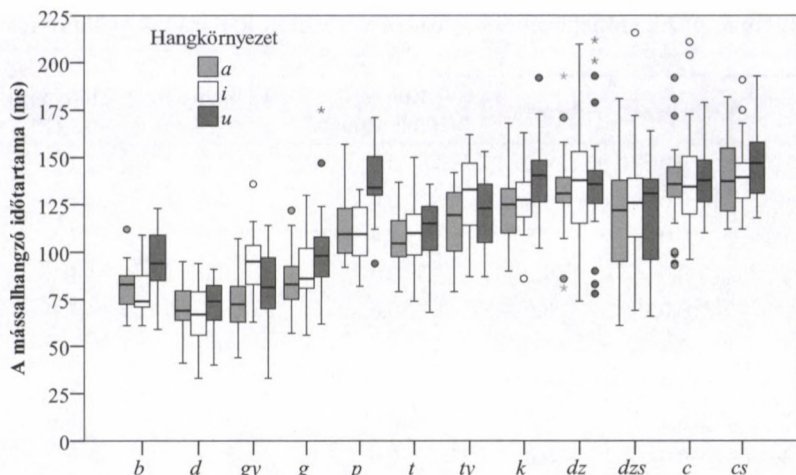
ms és 92 ± 21 ms volt az átlagos időtartamuk. A /d/, /j/ és /g/ esetében adatolt nem zárhang-realizációk jelentősen rövidebbek voltak, 31 ± 4 ms, 55 ± 17 ms és 77 ± 11 ms.

A zöngétlen explozívák a vártaknak megfelelően minden esetben hosszabbak voltak a zöngés párjuknál, 68–171 ms között jelentek meg (ismét a kiugró értéket nem figyelembe véve). A képzési hellyel hátrafelé haladva 108 ± 18 ms, 122 ± 20 ms, 131 ± 20 ms és 134 ± 32 ms volt az átlagos időtartamuk.

Az affrikáták esetében a zöngések időtartama 61–216 ms, a zöngétleneké pedig 93–211 ms között alakult. Az előbbieket esetében ez 134 ± 32 ms-os, illetve 122 ± 30 ms-os, az utóbbiakéban pedig 138 ± 24 ms-os és 142 ± 19 ms-os átlagot jelent. (Az approximáns /dʒ/ időtartama 72 ms volt, azaz az explozívákhoz hasonlóan rövidebb, mint a zár-réshangként realizálódott társai.)

Az egyes magánhangzós környezeteket összevetve változóan alakult annak hatása az időtartamra (2. ábra). Az explozívák esetében jellemzően hatással volt arra, míg az affrikáták esetében nem. A /b/ és /p/ esetében az /u/-s környezetben jellemzően (18–19%-kal) hosszabb az átlagos időtartam, mint a másik két magánhangzó között mért értékek, amelyek közel azonosak. A /j/ esetében az /ɔ/-k között mértük a legrövidebb, az /i/-k között a leghosszabb időtartamot, az eltérés 21%. A /g/ és /k/ esetében ismét az /ɔ/-s környezetben valósult meg a legrövidebb időtartamban az explozíva, míg az /u/-sban a leghosszabb, ez 10% (/k/) és 16% (/g/). Jellemzően a zöngétlen felpattanók esetében kisebb, a zöngésekében pedig nagyobb a hangkörnyezet alapján kapott különbség. A Kruskal–Wallis-próba alapján ezek a különbségek szignifikánsnak bizonyultak (a χ^2 7,341 és 29,477 között, a $p \leq 0,027$ alakult). A /d/, /t/ és a /c/ és az affrikáták esetében az időtartamok nem tekinthetők eltérőnek a vizsgált hangkörnyezetekben.

Az egyes magánhangzó-környezetekben külön-külön vetettük össze, hogy a képzési hely és a zöngésség mentén eltérően alakultak-e a mássalhangzó-időtartamok. Az explozívák esetében mindhárom kontextusban a zöngés és a zöngétlen fonémák realizációiban is szignifikáns eltérést kaptunk az időtartamok között (Kruskal–Wallis-próba: a χ^2 12,559 és 28,876 között, a $p \leq 0,006$ alakult), míg az affrikáták esetében egyik magánhangzós környezetben sem tért el (Mann–Whitney-próba: a Z $-1,697$ és $-0,866$ között, a $p \geq 0,090$ alakult). Ez azonban nem jelenti azt, hogy a hátsóbb képzési hely hosszabb időtartammal járna. Ahogyan a 2. ábra is mutatja, a bilabiálisok viszonylag hosszúak voltak, az alveolárisoktól a velárisig ugyan megfigyelhető emelkedő tendencia, ami azonban a hangkörnyezet függvényében elmaradhat, mivel a palatálisok az /i/ környezetében jellemzően hosszabbak lehetnek a velárisoknál. Ennek magyarázata nyilván a magánhangzó és a mássalhangzó képzési helyeinek közelségében keresendő, azaz abban, hogy a zár megképzéséhez mennyi utat kell a nyelvnek megtenni.



2. ábra

A mássalhangzók teljes időtartama (ms)

A zöngésségi párokat összevetve a felpattanó zárhangok esetében minden képzési helyen mindhárom hangkörnyezetben szignifikáns eltérést kaptunk a mássalhangzó teljes időtartamában (Mann–Whitney-próba: a Z $-5,468$ és $-5,184$ között, a $p \leq 0,001$ alakult). Ez az eltérés 26–38% között mozgott. A zár-rés hangok esetében az alveolárisok egyik környezetben sem, a posztalveolárisok pedig a felső nyelvállásfokú magánhangzók között mutatnak szignifikáns (11,1% és 17,9%) különbséget (Mann–Whitney-próba: a $Z = -2,023$; $p = 0,020$ és $Z = -3,494$; a $p \leq 0,001$ ebben a két esetben). Elemeztük, hogy az egyes beszélők ejtésében külön-külön vizsgálva az affrikátákat kimutatható-e valamilyen tendencia a zöngésségi párok esetében. Az alveolárisok esetében egy beszélőnél (n2) a zöngés jellemzőbben rövidebb időtartamú volt zöngétlen párjánál, de mindhárom hangkörnyezetben csak az ő ejtésében jelent meg ilyen tendencia. A posztalveolárisoknál az alsó nyelvállásfokú magánhangzónál ismét ennek a beszélőnek a beszédében található meg ez az eltérés, míg a másik két környezetben további három kísérleti személy ejtésében is felfedezhető ez a tendencia.

A mássalhangzó belső időszerkezete: szupraglottális jegyek

Elemeztük a mássalhangzók belső időszerkezetét is. A szupraglottális jegyek között elsősorban a zárszakasz és a –feloldás időtartamát vizsgáltuk, azonban a zárképzésbe való átmenet során néhány esetben átmeneti jellemzők is jelentek meg: **előhezet**, illetve **záródási réses** vagy „**felpattanásos**” **zörej** (1. táblázat). Néhány esetben a lenyomat jellege miatt kérdéses az előhezet vagy rés elkülönítése.

1. táblázat: Az előhehezet és a záródási zörej előfordulásának gyakorisága (%)

C	Előhehezet	Előrés	Előrés + "előfelpattanás"	Előhehezet vagy előrés	"Előfelpattanás(ok)"
/b/	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
/d/	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4
/j/	0,0	4,3	1,4	0,0	2,9
/g/	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
/p/	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
/t/	2,7	11,0	0,0	0,0	0,0
/c/	14,9	18,9	0,0	0,0	2,7
/k/	15,5	1,4	0,0	0,0	0,0
/ɕ/	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4
/ɕʃ/	0,0	8,2	0,0	0,0	4,1
/ts/	4,1	29,7	0,0	1,4	1,4
/tʃ/	14,5	56,6	3,9	3,9	1,3

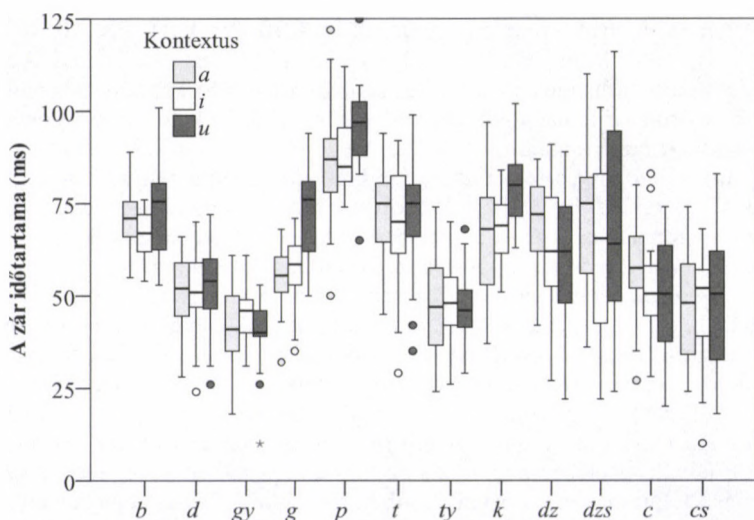
Előaspiráció leggyakrabban a hátsóbb képzési helyeken fordult elő mind az explozívák, mind az affrikáták esetében, és – ahogyan az várható volt – a zöngétlen fonémák megvalósulásaiban adatolhattuk. Záródási zörej a zöngéseknél is megjelent, és általában az affrikáták realizációiban gyakoribb volt. Érdemes megfigyelni, hogy a két palatális explozíva átmeneti jellegéből adódhatóan a felpattanók között ezeknél jelenik meg elsősorban, habár a /t/-nél is adatolhattunk néhány előfordulást. Minden beszélőnél előfordult legalább egy-két esetben előzörej vagy előhehezet, a /ts/, /tʃ/ és a /c/ mindenkinél érintett volt. Beszélőnként 3–8 fonéma összesen 15–50 realizációját érintette a két jelenség, amely beszélőnként az összes realizáció 8,8–36,0%-a volt. A két veláris magánhangzó kontextusában ejtett beszédhangok 18,0%-ánál és 20,9%-ánál, míg az /i/-ében 15,5%-uknál jelent meg. Az időtartamuk 3–49 ms között szóródott, az átlag 19±9 ms volt. Az egyes mássalhangzók esetében 14–26 ms között alakult az előhehezet vagy a záródási zörej időtartama.

Mind a zöngés, mind a zöngétlen explozívák esetében jellemző volt, hogy a képzési hellyel hátrafelé haladva csökkent a **zárszakasz időtartama**, majd a veláris képzési helyűek realizációiban ismét az alveoláris és a bilabiális közötti átlagértéket vett fel. Ez a zöngéseknél a /b/-től a /g/-ig haladva 70±10 ms, 52±10 ms, 41±10 ms és 60±12 ms, a zöngétleneknekél a /p/-től a /k/-ig haladva 90±13 ms, 72±15 ms, 47±12 ms és 70±13 ms volt.

Az affrikáták esetében a zöngések zárszakaszának átlagos időtartama közel azonos volt, a posztalveoláris valamivel nagyobb szóródásával: 65±16 ms és

67±24 ms. A zöngétlenek esetében a hátsóbb képzési helyen valamivel rövidebb volt az átlagos időtartam: 52±14 ms és 48±16 ms.

Elemeztük a mássalhangzó zárszakaszának időtartamát a kontextus függvényében is (3. ábra). A legtöbb konzonáns esetében nem mutatható ki az átlagértékekben eltérés, és a szóródás is csak ritkán változik a hangkörnyezettel nagyobb mértékben. Jelentős eltérést a felpattanó zárhangok esetében a két bilabiális és a két veláris hangzónál adathozhatunk. A két zöngés felpattanó zárhang realizációi az /u/ kontextusában 10,1%-kal és 21,2%-kal hosszabbak voltak, mint az /i/-ében, illetve az adatok szóródása is jellemzően nagyobb volt (az eltérés: 48,6% és 24,8%). A bilabiális esetében az /ɔ/-ra kapott adatok átlaga az /u/-s környezethez volt hasonló, alacsonyabb szóródással, míg a veláris esetében inkább az /i/-hez közelített ennek a kontextusnak a hatása. A két zöngétlen mássalhangzó esetében az /u/ kontextusában kaptuk a legmagasabb záridőtartamokat (8,2%, 16,5% eltérés az /i/-hez képest), a legnagyobb szóródást azonban az /ɔ/-s környezet eredményezte (35,4% és 43,2% eltérés az /i/-hez képest). Ennél a két mássalhangzónál az /i/ környezetében kaptuk a legalacsonyabb szóródást. Ennél a négy konzonánsnál ezek az eltérések statisztikailag relevánsnak bizonyultak (/b/, /p/, /g/, /k/: Kruskal–Wallis-próba: a χ^2 6,449 és 18,685 között, a $p \leq 0,039$ alakult; a többi konzonáns esetében a χ^2 0,041 és 3,438 között, a $p \geq 0,150$ alakult).



3. ábra

A mássalhangzók zárszakaszának időtartama (ms) a kontextus függvényében

A zár időtartama a képzési hellyel hátrafelé haladva jellemzően változott a felpattanó zárhangok esetében (3. ábra). Mindhárom magánhangzó kontextusában a bilabiálisról a palatális területig csökkent az időtartam, míg a veláris képzési helyű konzonánsok esetében ismét megemelkedett. Ez a hatás az /u/-s hangkörnyezetben bizonyult a leghangsúlyosabbnak. A képzési hely hatása a zár időtartamára statisztikailag is szignifikánsnak bizonyult (Kruskal–Wallis: a χ^2 40,796 és 66,092 között, a $p \leq 0,001$ alakult). Ezzel szemben az affrikáták esetében nem tér el a zárszakasz időtartama az egyes képzési helyek között (kivételek: a zöngétlenek az a kontextusában: $Z = -2,102$; $p = 0,036$, a többi esetben: a $Z -1,847$ és $-0,043$ között alakult, $p \geq 0,061$ volt).

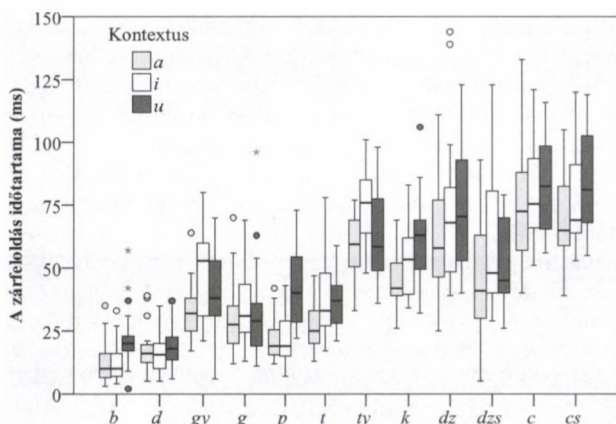
A zöngésségi párok tagjait összevetve majdnem minden esetben elmondható, hogy a zár időtartama a zöngés képzés során rövidebb a felpattanó zárhangok esetében (15,5–29,9%; Mann–Whitney: a $Z -5,803$ és $-2,343$ között, $p \leq 0,019$ volt). A palatális pár az /ɔ/ és az /i/, a veláris pedig az /u/ kontextusában nem tekinthető szignifikánsan eltérőnek (4,6–15,6%; Mann–Whitney: a $Z -1,651$ és $-0,539$ között, $p \geq 0,099$ volt). A zár-részhangok esetében a zárszakaszok időtartama mindhárom hangkörnyezetben fordítva alakult, a zöngések képzésében 18,5–32,5%-kal hosszabb időtartamot adathozhattunk (Mann–Whitney: a $Z -3,726$ és $-2,023$ között, $p \leq 0,043$ volt).

A zár felnyitásának időtartama a bilabiális és az alveoláris területen rövidebb, a palatális és veláris területen pedig hosszabb volt mind a zöngés, mind a zöngétlen explozívák esetében (zöngések: 15 ± 10 ms; 18 ± 9 ms; 40 ± 16 ms; 33 ± 17 ms; zöngétlenek: 30 ± 15 ms; 34 ± 14 ms; 66 ± 16 ms; 54 ± 16 ms). A zöngés felpattanó zárhangok megvalósulásában a hátsóbb képzési helyeken az értékek szóródása is nagyobb volt, illetve a palatálisok felnyílása hosszabb átlagos időtartamot mutatott.

A zár-rész hangok esetében azonos átlagos időtartamú felnyílással realizálódtak a két képzési helyen mind a zöngés, mind a zöngétlen fonémák, a /ɕ/ esetében azonban az értékek szóródása ötöde a /tʃ/-hez viszonyítva (zöngések: 26 ± 25 ms; 23 ± 5 ms; zöngétlenek: 20 ± 40 ms; 19 ± 39 ms).

A vizsgált magánhangzó-környezetek néhány mássalhangzó esetében gyakoroltak hatást a felnyílás időtartamára, míg mások esetében nem (4. ábra). A felpattanó zárhangok esetében jellemzően eltérően alakult a zár felnyitásának ideje az egyes magánhangzók környezetében. A /d/ esetében lényegében nincs ilyen hatás, a /g/ esetében csak tendenciaszerű, a /b/, /j/ és a zöngétlen felpattanók megvalósulásában pedig minden esetben szignifikáns az eltérés. A két bilabiális esetében az /ɔ/-s és az /i/-s környezetben közel azonos volt a felnyitás időtartama, az /u/-sban azonban több mint 40%-kal emelkedett meg az átlagérték. Az alveoláris és palatális zöngétlen felpattanók zárnyitása a két felső nyelvéllású magánhangzó környezetében közel azonos volt, az alsó nyelvéllásfokú esetében azonban 22–30%-kal rövidebb értéket kaptunk. A zöngés palatális esetében ugyancsak az /ɔ/-s kontextusban volt a legrövidebb a feloldás időtartama, az /i/-ében viszont a leghosszabb (32,7%-os elté-

rés). A /k/ esetében ismét az /ɔ/-s környezetben kaptuk a legrövidebb, de az /u/-s esetében a leghosszabb felnyílási átlagos időtartamot (eltérés: 25,4%). A /g/ esetében ugyancsak jelentősen alacsonyabb volt az /ɔ/-k között mért érték, mint a másik két magánhangzó között (13,4%), de – mint fentebb említettük – ez nem érte el a szignifikancia szintjét. A Kruskal–Wallis-próba eredményei alapján a szignifikáns esetekben a χ^2 8,275 és 28,013 között, a $p \leq 0,016$ volt, a többi esetben a χ^2 0,905 és 1,280, a p 0,636 és 0,057 volt.



4. ábra

A mássalhangzók zárfeloldásának időtartama (ms) a kontextus függvényében

A zár-rés hangok esetében csak a /tʃ/ realizációiban volt a hangkörnyezet hatással a felnyílás időtartamára (Mann–Whitney: $Z = 6,072$; $p = 0,048$). E hangzó és a többi affrikáta esetében is az /ɔ/-s környezetben volt a legrövidebb a felnyílás időtartama, az /u/-éban a leghosszabb, de ez az eltérés a többi esetben csak kismértékű volt, a /tʃ/-nél elérte a 16,5%-ot.

Összegezve tehát elmondható, hogy az alsó nyelvéllásfokú magánhangzó esetében a legrövidebb a zár felnyitása, míg a felső nyelvéllásfokúak közül a mássalhangzó képzési helyéhez közelebb eső esetében a leghosszabb, vagy hasonló ezek között.

Az egyes kontextusokban külön összevetve a képzési hely alapján a zár feloldásának időtartamát lényegében a fentebb is említett tendencia rajzolódik ki: a felpattanók esetében az elülső két képzési helyen rövidebb, hátrébb pedig hosszabb időtartamokat kapunk, a leghosszabb értékeket a palatálisok esetében mérhettük. Az eltérés az /i/ kontextusában a legnagyobb (> 70%), mivel a két palatális zárhang felnyílása ebben a helyzetben a leghosszabb, a két palatálisé pedig az /ɔ/-éhoz hasonló értékű marad. Az eltérés minden mássalhangzó környezetében szignifikáns volt mind a zöngés, mind a zöngétlen

explozívák esetében (Kruskal–Wallis-próba: χ^2 26,466 és 66,269 között, a $p < 0,001$ volt).

A zár-rés hangok megvalósulásaiban nem volt ilyen egyértelmű eltérés. A zöngések esetében kimutatható egy tendencia, miszerint a / d / zárfeloldása hosszabb mindhárom környezetben a / d /-énél (17–31%), ez azonban csak az / u / kontextusában éri el a szignifikanciaszintet (Mann–Whitney: a Z –3,184 és –1,476 között, a p pedig 0,001 és 0,081 között alakult). A zöngétlenek esetében ez a különbség 10% alatt maradt (Mann–Whitney: a Z –0,602 és –0,246 között, a p pedig 0,547 és 0,806 között alakult).

A zöngésségi párok tagjait összevetve a felpattanó zárhangoknál minden esetben 31–58%-kal hosszabb a pár zöngétlen tagjának zárfeloldásának időtartama. Az eltérés az első két képzési helyen jellemzően nagyobb, mint a hátsóbbak esetében, egy-egy kontextus (a / b / esetében az / u /, a / d / esetében az / o /) kivételével. Az eltérés minden esetben szignifikáns (Mann–Whitney-próba: a Z –5,205 és –3,612 között alakult, a p pedig minden esetben kisebb volt, mint 0,001).

Az affrikáták megvalósulásaiban ez az eltérés a posztalveolárisok között megtalálható: 23–31%-kal hosszabb a pár zöngétlen tagjának zárfeloldása (Mann–Whitney: a Z –4,744 és –2,863 között, $p \leq 0,004$ volt). Az alveolárisok esetében csak az / o /-s kontextusban mutatható ki eltérés (19,0% szemben a 9,5%-kal és a 9,6%-kal; Mann–Whitney: $Z = -2,079$; $p = 0,038$; illetve a Z –1,597 és –1,625, p pedig 0,110 és 0,104).

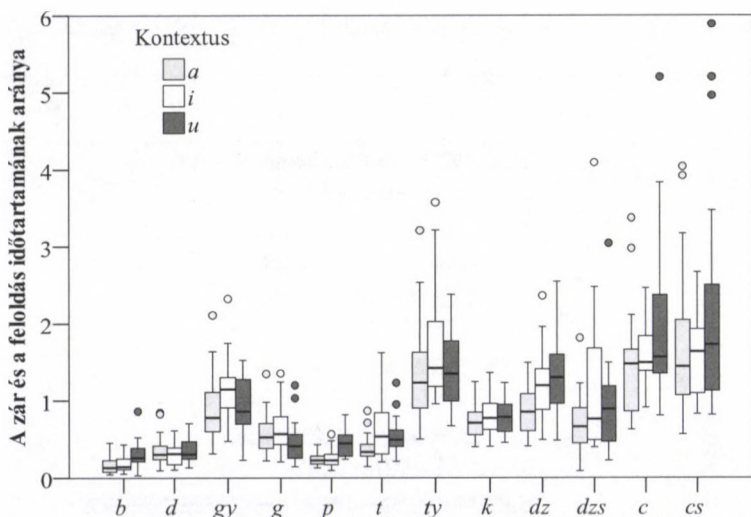
A zár feloldásának és a zárszakasz időtartamának arányát is elemeztük. A felpattanó zárhangok esetében a zár feloldásának időtartama jellemzően rövidebb a zárszakasz időtartamánál, hiszen a zár feloldása annak felpattintásával történik, míg a zár-rés hangoknál egy réses elem jelenik meg. A nyomásviszonyok és az esetleges többszöri felpattanások miatt azonban az explozívák között is előfordulhat hosszabb feloldás, továbbá a két palatális átmeneti és variábilis jellege miatt nagyobb szóródás feltételezhető. Ezt a feltételezést követték is a felnyílás adatai. A zárszakasz pedig a nyomásviszonyok miatt hosszabb lehetett az elülső képzési helyeken. A két veláris felpattanó azonban kivételt képezett a tendencia alól. Az affrikáták esetében a zárszakasz közel hasonló volt a két képzési helyen. Mindezek alapján várható, hogy a felpattanók esetében a képzési hellyel hátrafelé haladva egyre magasabb feloldás/zár arányt adhatunk mind a zöngés, mind a zöngétlen képzésű hangok esetében, az affrikátáknál azonban mindkét érték közel azonos volt, így ott az explozíváknál jóval magasabb, de a képzési helytől nem függő eredmények várhatóak. A két palatális zárhang esetében átmeneti arányt várhatunk (vö. pl. Kovács 2000, 2002).

A felpattanó zárhangok esetében a képzési hellyel hátrafelé haladva $21,8 \pm 14,3\%$, $35,3 \pm 18,4\%$, $107,1 \pm 88,0\%$, $56,3 \pm 28,5\%$ a zöngések, illetve $33,6 \pm 20,4\%$, $51,4 \pm 27,4\%$, $150,1 \pm 63,1\%$, $77,1 \pm 23,5\%$ volt a zöngétlenek esetében a feloldás időtartama a zárszakaszéhoz viszonyítva. A képzési hellyel

hátrafelé haladva tehát emelkedett az átlag és a szóródás is, a palatálisok esetében mind a zöngés, mind a zöngétlen sorban a legmagasabb (a velárisokhoz képest közel kétszeres értéket) kaptunk, a szóródás pedig ugyancsak közel háromszor magasabb a velárisokhoz hasonlítva.

Az affrikáták esetében a feloldás a vártaknak megfelelően általában hosszabb volt a zárszakasznál vagy azzal azonos időtartamú, emiatt az átlagos arány és a szóródás is jóval magasabb a felpattanókénál $113,1 \pm 47,4\%$, $95,6 \pm 70,4\%$ (zöngések), $165,9 \pm 77,1\%$ és $199,1 \pm 161,8\%$ (zöngétlenek). A két palatális értékeit a két képzési mód adataival összevetve – ugyancsak a vártaknak megfelelően – köztes tartományban jelentek meg.

Az elemzett kontextusnak nincs jelentős hatása a feloldás és a zár időtartamának arányára (5. ábra). A zár-rés hangok esetében jellemző, hogy az /ɔ/-s kontextusban a legkisebb, az /u/-sban a legnagyobb ez az arány, a /j/, /c/, /g/ esetében pedig az /i/-ében a legnagyobb, de ezek az eltérések statisztikailag nem szignifikánsak. A két bilabiális esetében az /u/-környezetben, a /t/ esetében az /i/-ében mért értékek szignifikánsan magasabbak a másik két környezetben kapott eredményekhez képest (Kruskal–Wallis-próba: a Z $-24,471$ és $-9,987$ között, $p \leq 0,007$ volt). Ez a nyolc explozíva fonémának kevesebb, mint a fele, így lényegében azt mondhatjuk, hogy erre az arányra nem gyakorolt jelentős hatást a három elemzett hangkörnyezet.

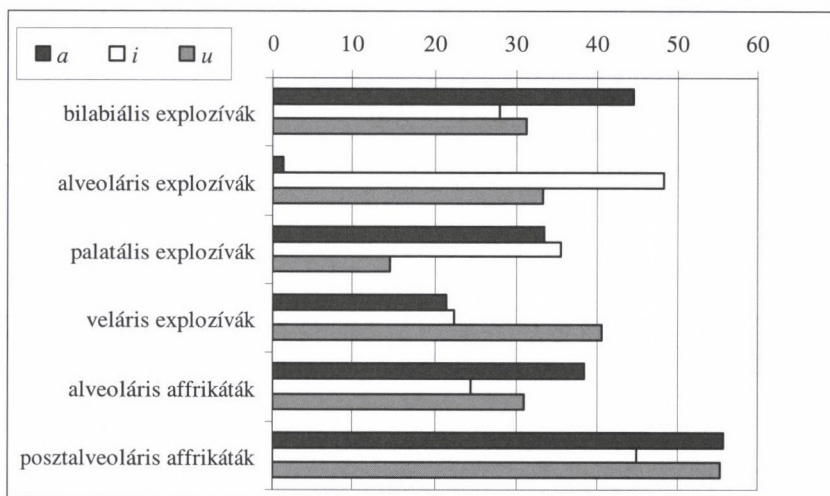


5. ábra

A mássalhangzók zárszakaszának és -feloldásának aránya a kontextus függvényében

Az egyes kontextusokban összevetve a mássalhangzók feloldás/zár arányát a képzési hely szerint az explozíváknál minden esetben szignifikáns eltérést kapunk a két palatális jellemzőiből eredően. A (mindig legkisebb arányt adó) /b/-hez viszonyítva 68–85% a különbség. A három további képzési helyet összevetve az eltérés 15–60% között alakul. A legkisebb a bilabiális-alveoláris párok között. Az affrikáták esetében csak a zöngések /ɔ/-kontextusában volt szignifikáns az eltérés (29,0%, szemben: 1,6–25,8%). Az átlagértékek közötti nagyobb eltérések ellenére, feltehetően az értékek nagy szórása miatt nem igazolható különbség. Az explozívák esetében a Kruskal–Wallis-próba eredményeiben a χ^2 35,438 és 71,493 között volt, a p pedig minden esetben kisebb volt 0,001-nél. Az affrikáták megvalósulásaira kapott Mann–Whitney-eredményekben a Z $-1,420$ és $-0,064$ közötti, a p pedig 0,156 fölötti értéket vett fel, a zöngések /u/-s kontextusára pedig $Z = -2,767$, $p = 0,006$.

A feloldás és a zár arányára a zöngességi párok tagjait összevetve 14,6–55,7% közötti eltérést kapunk az alveoláris explozívák /ɔ/-s kontextusának kivételével (1,5%). Az egyes kontextusok hatását elemezve csak óvatos következtetéseket tehetünk a párok tagjainak eltérésére gyakorolt hatásukról. Az /ɔ/-környezetben a képzési hellyel hátrafelé haladva csökkenő különbséget figyelhetünk meg a felpattanó zárhangok között (a /d/ kivételével), az /u/-ével pedig növekvőt az összes vizsgált mássalhangzót együtt elemezve (6. ábra). A Mann–Whitney-próba alapján a Z $-4,365$ és $-2,405$ között, p $< 0,016$ volt. Az alveoláris explozívák esetében $Z = -0,979$, $p = 0,328$.



6. ábra

A zöngességi párok tagjainak feloldás/zár arányának eltérése (%) az egyes magánhangzó-kontextusokban

A zöngesség fonetikai vetülete

A zöngés mássalhangzók alatt néhány esetben leállt a zöngképzés a korábban említett aerodinamikai okok miatt, majd a zárfelelődség folyamán indult újra.

A nem approximánsként vagy réshangként megvalósult beszédhangok közül a felpattanó zárhangok esetében ez az esetek 18–49%-ában fordult elő, és a képzési hely hátrább haladtával gyakoribb volt, míg a zár-rés hangoknál azonban szinte minden esetben (/dʒ/: 97,2%, /dʒ/: 93,0%) bekövetkezett. A magánhangzó-kontextus hatása változó volt, a bilabiális kivételével az explozívák esetében az /ɔ/-s környezetben gyakrabban zöngétlenedtek részlegesen a megvalósulások (2. táblázat). A beszélők egyéni artikulációs sajátosságai is megfigyelhetők, n3 és f1 esetében jellemzően gyakoribb volt a zöngétlenedés, n1 esetében ritkább, mint a többiek esetében. Mind a kontextus, mind a beszélők sajátosságainak hatása mellett jellemző a felpattanó zárhangok esetében a képzési hely hatása. A zár-rés hangok esetében kismértékben változó, hogy előfordul-e, és ha igen, mely képzési helyre jellemző 9–18%-ban a zöngé fenntartása.

A zöngétlen fonémák realizációi alatt (természetesen) minden esetben leállt a zár ideje alatt a zöngé, azonban az időtartama nagy szóródást mutatott.

2. táblázat. A zöngés fonémák zöngétlenedésének gyakorisága (%) a hangkörnyezet és a beszélő függvényében

	Kontextus			Beszélő					
	/ɔ/	/i/	/u/	n1	n2	n3	n4	f1	f2
/b/	8,7	25,0	20,0	8,3	16,7	8,3	0,0	75,0	0,0
/d/	41,7	17,4	21,7	25,0	10,0	33,3	16,7	50,0	25,0
/j/	50,0	44,4	36,4	25,0	33,3	54,5	33,3	66,7	44,4
/g/	75,0	25,0	47,6	27,3	66,7	75,0	41,7	58,3	25,0
/dʒ/	100,0	95,7	95,8	100,0	100,0	100,0	91,7	100,0	91,7
/dʒ/	95,8	91,7	91,3	100,0	81,8	91,7	100,0	100,0	83,3

A zöngé lecsengésének és újraindulásának időviszonyait azokban a konzonánsokban elemeztük, melyek valamely orális zárhangként jelentek meg, és a zöngképzés legalább rövid időre leállt a képzés során.

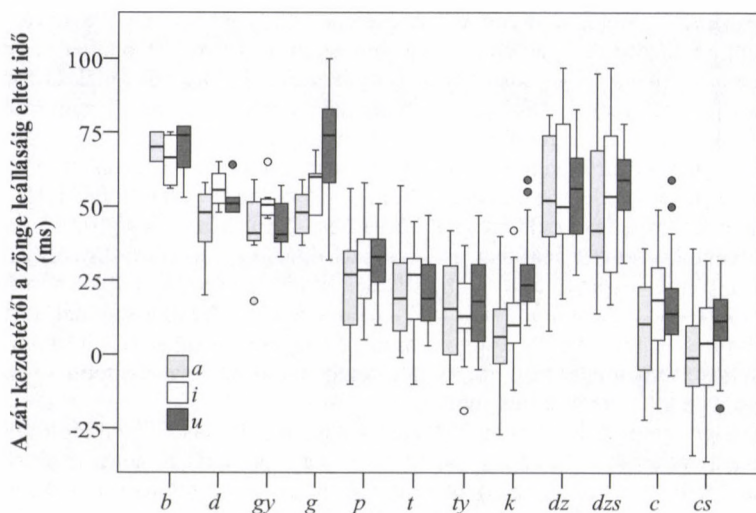
A zöngé lecsengésének időtartama, azaz a zár kezdetétől a zöngé leállásáig mért időtartam a képzési hellyel hátrafelé haladva jellemzően csökkent a zöngés explozívák esetében (68±9 ms, 49±11 ms, 45±10 ms, 56±16 ms), a veláris képzés kivételével. A zöngétlen fonémák megvalósulásaiban kisebb arányban, de megjelenik hasonló tendencia (29±14 ms, 21±14 ms, 16±15 ms, 15±16 ms).

Az affrikáták esetében a zöngés képzés során a zöngé leállásának átlagos időtartama azonosnak tekinthető a két képzési helyen (55 ± 19 ms, 53 ± 21 ms). A két zöngétlen fonéma realizációi között az eltérés nagyobb mértékű volt (15 ± 16 ms, 5 ± 16 ms).

Az elemzett kontextusok között csak kevés esetben találtunk eltérést a zöngé leállásának időtartamában (7. ábra). A két palatális explozívum esetében a palatális felső nyelvvállásfokú magánhangzó között jellemzően kisebb az adatok szórása, mint a két veláris vokális között, az adatok eltérése azonban nem szignifikáns. A két veláris megvalósulásaiban a veláris felső nyelvvállásfokú magánhangzó kontextusában hosszabb időtartamban maradt fenn a zöngé, mint a másik két vokális esetében (/g/: 17,6% és 30,9%; /k/: 57,0% és 71,7%). A zár-rés hangok megvalósulásaiban csak a /tʃ/ esetében kaptunk szignifikáns eltérést a magánhangzó-környezetek hatásában, de megfigyelhető, hogy az /u/ közötti realizációkban kisebb az értékek szóródása mind a négy fonéma esetében. A három szignifikáns eltérés esetében a Mann-Whitney-próbában a Z értéke $-20,433$ és $-7,290$ között, a $p \leq 0,026$ volt. A magánhangzó-környezet tehát nem befolyásolja nagymértékben a zöngé lecsengésének idejét. A zár és a mássalhangzó időtartamának hatása is felmerül. Elemeztük, hogy azokban a képzésekben, melyekben a zöngé leáll, illetve amelyek során nem, eltér-e a zárszakasz, illetve a mássalhangzó teljes időtartama. A /b/ esetében nem különbözik egyik sem (Mann-Whitney: $Z = -0,404$, ill. $-0,201$, $p = 0,444$, ill. $0,214$), míg a /d/ és a /g/ esetében a konzonáns teljes időtartama (Mann-Whitney: $Z = -3,912$, ill. $-2,768$, $p \leq 0,006$; ill. $Z = -0,937$, ill. $-0,315$, $p = 0,349$ és $0,752$), a /j/ esetében pedig mindkettő szignifikánsan hosszabb azokban az esetekben, ahol a zöngéképzés leállt az ejtés során (Mann-Whitney: $Z = -2,400$, ill. $-3,264$, $p \leq 0,016$). Az értékek azonban gyakorta esnek azonos tartományba, hiszen a beszélő egyéni sajátosságai is hatással vannak a zöngé leállására (üregméretek, hangszalagok jellegzetességei, zöngéképzési jellemzők és az aktív kompenzációs stratégiák).

A zöngétlen fonémák megvalósulásaiban néhány esetben (13,5%) a zár kezdete előtt, az előaspiráció vagy a záródási zörej alatt állt le a zöngéképzés. A zöngések realizációiban ez nem fordult elő. A /p/ esetében egyszer sem (nem jelent meg ilyen szakasz a képzése során), a /t/ esetében egyszer, a /c/ esetében kétszer (a kontextus nem befolyásolta a gyakoriságot), a /k/ esetében kilencszer állt le a zöngé ezen átmeneti szakaszok időtartama alatt. A velárisnál az /ɔ/-kontextusban volt a leggyakoribb (hat adat), az /u/-ében pedig nem fordult elő. A /ts/ esetében is kilenc ilyen esetet adathalhattunk, amelyek közül hat ismét az alsó nyelvvállásfokú magánhangzó kontextusában jelent meg, az /i/-ében kétszer, az /u/-ében pedig egyszer. A /tʃ/ képzése során ugyancsak az /ɔ/ környezetében volt a leggyakoribb (12 előfordulás), az /i/-ében ritkább (nyolc eset), az /u/-ében pedig a legritkább (négy adat). Ezek az eredmények természetesen részben azzal is összefüggésben állnak, hogy egyáltalán hányszor jelent meg előaspiráció és/vagy záródási zörej (réses vagy

felpattanásos lenyomat). A zöngések esetében – mint korábban bemutattuk – ritka volt az ilyen szakasz megjelenése, míg a zöngétlenek között a képzési hellyel hátrafelé haladva egyre gyakoribb volt, a /c/ kivételével, amely az explozívák között a legtöbbször tartalmazott ilyen elemet. Ezen szakasz és az ez alatt leálló zöngé előfordulásainak arányát összevetve a /t/ esetében ritka (2,7%), a /tʃ/ esetében relatíve gyakori (31,6%), hogy a zár teljes beállta előtt áll le a zöngéképzés (többi zöngétlen esetében: 11–13%).



7. ábra

A zöngé lecsengési időzítése a zár kezdetéhez képest (ms)

Mindhárom magánhangzó-kontextus esetében elmondható, hogy a zöngétlen felpattanó zárhangok esetében a képzési hellyel hátrafelé haladva a zár kezdetéhez viszonyítva rövidebb ideig marad fenn a zöngéképzés. A zöngések esetében a ritkább és változó gyakoriságú előfordulás miatt csak tendenciaszerű megfigyelést tehetünk, azonban a két felső nyelvvállásfokú vokális esetében a bilabiális képzés során jellemzően hosszabb ideig maradt fenn a zöngéképzés, az /ɔ/-s környezetben hasonló tendenciát kaptunk, a szignifikancia szintjét azonban nem éri el az eltérések (Kruskal–Wallis-próba: a χ^2 7,165 és 18,401 között, a $p \leq 0,067$ volt).

A zöngétlen affrikáták esetében az /u/-s környezet kivételével szignifikánsan hamarabb állt le a zöngé a zár kezdetéhez képest a hátsóbb képzési helyen (Mann–Whitney: /ɔ/- és /i/-kontextus: $Z = -2,056$, $p = 0,040$ és $0,012$, /u/-kontextus: $Z = -1,026$; $p = 0,305$). A zöngések esetében nem mutatható ki jellemző eltérés (Mann–Whitney: a Z 1,022 és $-0,610$ között, $p \geq 0,307$ volt).

A zöngésségi párok tagjai között a felpattanó zárhangok esetében fontos megemlíteni, hogy mivel a zöngés tag megvalósulásainak többségében a teljes időtartam alatt jelen van zöngé, a zöngétlen alatt azonban leáll, ez nyilvánvalóan megkülönbözteti a párok tagjait. Mindemellett a zöngétlenedett előfordulások és a zöngétlenfonéma-realizációk számának eltérése miatt elsősorban tendenciaszerű következtetéseket vonhatunk csak le. A bilabiális és a veláris párokat összevetve csak kevés eset található, ahol a zöngés és a zöngétlen fonémák megvalósulásaiban hasonló értéket kaptunk a zár kezdetétől a zöngé leállásáig eltelt időre, az alveolárisok esetében a két felső nyelvállásfokú magánhangzó közötti realizációk is ezt a mintázatot követik. A palatális pár esetében a zöngés tag megvalósulásai a zöngétlenek felső kvartilisének tartományában jelentek meg (7. ábra). Az affrikáták esetében valamivel gyakrabban fordul elő, hogy a zöngésségi párok tagjai azonos értékhalmozban jelennek meg, az átfedés azonban ezek esetében sem éri el az 50%-ot. A Mann-Whitney-próba alapján mindhárom kontextusban mind a hat zöngésségi pár esetében szignifikáns az eltérés (a Z $-5,912$ és $-2,307$ között, a $p \leq 0,007$ volt).

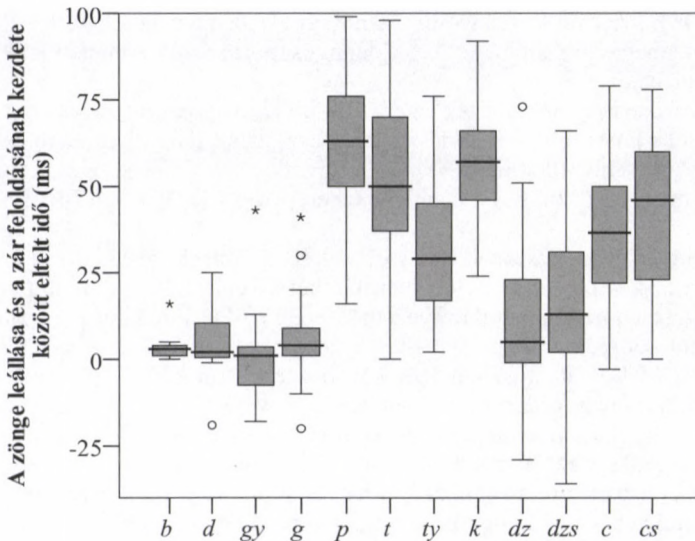
Elemztük a **zöngé leállása és a zár feloldásának kezdete között eltelt időt**. A zöngés explozívák esetében ismét kevés, a képzési hellyel hátrafele haladva növekvő számú adatunk van a zöngétlenedés gyakoriságának következtében. Továbbá mind a zöngés, mind a zöngétlen explozívák lenyomatában kevés esetben nem volt adatolható a zár feloldása – vö. fentebb –, ezekben ezt az értéket nem tudtuk elemezni.

A zöngés felpattanó zárhangok esetében a zár feloldása általában a zöngé leállása után kezdődik (8. ábra). A bilabiális képzés esetében nem, az alveolárisban pedig kétszer (10,5%) fordult elő, hogy a zár feloldásának kezdete után állt le a zöngéképzés. A /g/ megvalósulásaiban háromszor (8,8%). A /j/ előfordulásaiban jóval gyakrabban (tíz eset, 37,0%) következett be a zöngének a zárfeloldás megindulása után való leállása. Ritkán (2-3 előfordulás fonémánként) adatolhattunk olyan megvalósulást, ahol ez az érték pontosan 0 ms volt. A zöngé leállása és a feloldás kezdete között eltelt idő 4 ± 4 ms, 5 ± 9 ms, 0 ± 12 ms és 6 ± 21 ms volt a képzési hely szerint hátrafele haladva. A zöngétlen explozívák esetében a kevés esetben hosszabb ideig fennálló passzív zöngé megjelenése ellenére is minden esetben előbb állt le a zöngé képzése, mint hogy megkezdődött a zár feloldása. Egy előfordulást (/t/) adatolhattunk, ahol pontosan 0 ms volt az érték. Az átlagos értékek 61 ± 17 ms, 51 ± 23 ms, 31 ± 17 ms, 56 ± 15 ms a bilabiálistól a velárisig haladva.

A zöngés alveoláris affrikáta esetében ismét gyakrabban fordult elő 18 esetben, hogy a zár feloldása során állt le a zöngéképzés (26,1%), a posztalveoláris esetében pedig nyolcszor (8,8%). A zöngétlenek esetében összesen egyszer, az alveoláris képzéshelyen fordult elő (1,4%). A zöngések esetében nyolcszor-nyolcszor fordult elő, hogy a zöngé leállása és a zár feloldásának kezdete pontosan egybe esett, a zöngétlenek esetében ez összesen négyszer

következett be. Az átlagosan eltelt idő az előbbieket esetében 9 ± 19 ms és 17 ± 22 ms, az utóbbiakéban pedig 37 ± 20 ms és 42 ± 21 ms.

A zöngés explozívák esetében a fonetikai kontextus hatása nem elemezhető statisztikailag, mivel az befolyásolta a zárfeloldás elmaradásának, illetve a zöngétlenedésnek a gyakoriságát is, így az egyes hangkörnyezetek között nagymértékben eltérő adatmennyiséget kaptunk. A zöngétlen explozívák esetében a legnagyobb kontextusbeli eltérés 13,0%. Az affrikáták esetében az adatok mennyisége alapján elemezhető a kontextus hatása. A zöngétlen alveoláris fonéma megvalósulásai esetében mondható el, hogy az eltérés szignifikáns (29,3% szemben 9,8%-kal). A zöngés zár-rés hangok esetében az átlagok nagymértékű eltérése (62,9% és 27,1%) ellenére az adatok szóródása miatt nem igazolható kontextuális hatás. A Kruskal–Wallis-próba alapján a /ts/ esetében $\chi^2 = 6,385$; $p = 0,041$; a többi esetben pedig a χ^2 0,494 és 4,091 között, a p pedig $\geq 0,129$ volt.



8. ábra

A zöngé lecsengése és a zár feloldása között eltelt idő (ms)

A kontextusok alapján külön elemeztük a képzési hely hatását, így a zöngés felpattanó zárhangokat kizártuk a vizsgálatnak ezen részéből is. A zöngétlen explozívák esetében a bilabiálisra jellemzőek a legmagasabb adatok, a palatálisra pedig a legalacsonyabbak a gyakran megjelenő negatív értékek miatt, ezért az eltérés statisztikailag szignifikáns. Ugyancsak jellemző a szó-

ródás csökkenése a képzési hellyel hátrafelé haladva. A Kruskal–Wallis-próba alapján a χ^2 23,763 és 33,392 között, a $p \leq 0,001$ volt.

Az affrikáták esetében csak a zöngések mutatottak egy, az /u/ környezetben, a zöngeleállás-zárfeloldás szakasz időtartama és a képzési hely között összefüggést (Mann–Whitney-próba: $Z = -2,767$; $p = 0,006$; a többi esetben: a $Z -1,420$ és $-0,064$ között, $p \geq 0,156$ volt).

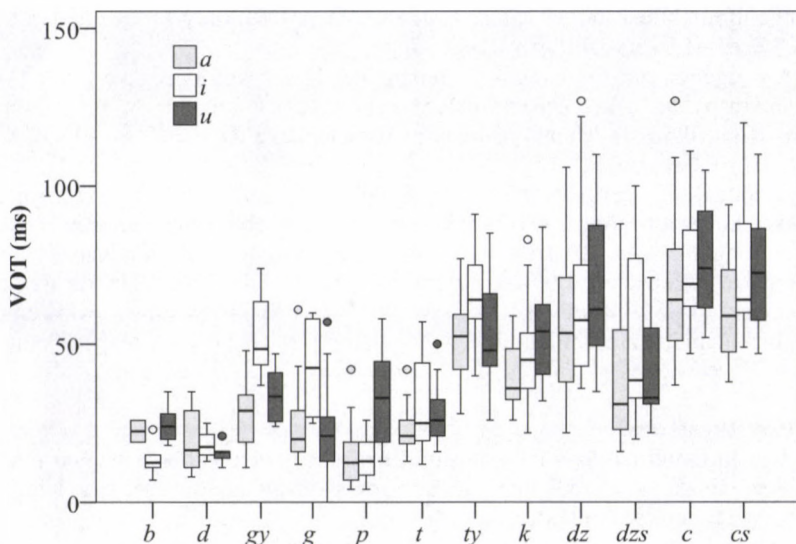
A zár feloldásának kezdetétől a zöngé megindulásáig eltelt időt csak azokban az esetekben elemezzük, amelyekben a hangszalagok rezgése leállt a képzés során. Emiatt a zöngés felpattanók esetében csak kevés és eltérő számú előfordulást vizsgáltunk. Elemeztük azokat a beszédhangokat is, amelyek során a zöngé a zárfeloldás alatt állt le.

A zöngés felpattanó zárhangok esetében a zöngé újraindulásának ideje az elülsőbb képzési helyeken rövidebb (19 ± 8 ms, 18 ± 8 ms), a hátsóbbakon pedig hosszabb (37 ± 15 ms és 27 ± 16 ms). A zöngétlen fonémák megvalósulásában már az elülsőbb képzési helyek között is nagyobb az eltérés (21 ± 14 ms, 27 ± 11 ms, 57 ± 15 ms, 47 ± 15 ms). Mindkét esetben a palatálisok VOT-értéke volt a legmagasabb, ami a két beszédhangcsoport közötti átmeneti jellegükkel magyarázható.

Az affrikáták esetében ezek az értékek jóval magasabbak, amely egyrészt a jellemzően hosszabb zárfeloldással, másrészt az az alatti réses elem és a zöngéképzés további ellentmondásának a következménye. A zöngések esetében 62 ± 24 ms és 45 ± 22 ms, a zöngétlenekében pedig 74 ± 19 ms és 70 ± 19 ms volt a VOT.

Az elemzett kontextusok hatással voltak a zöngékezdési idő alakulására (9. ábra). Az explozívák esetében csak a két alveoláris nem mutatott szignifikáns eltérést a három hangkörnyezetben, meg kell ugyanakkor jegyezni, hogy az adatok szóródása jelentősen eltért az egyes esetekben. A zöngés bilabiális esetében az /i/ kontextusában 46%-kal rövidebb volt a VOT, mint a két veláris között, míg zöngétlen párja esetében az alsó nyelvállásfokú magánhangzó hatására tért el a többi hangkörnyezettől (57,4%-kal magasabb az átlag ebben a helyzetben). A két hátsóbb képzési helyű zöngés felpattanó zárhang esetében ismét a palatális magánhangzó hatása mutatható ki, azonban ezekben a realizációkban ez a hangkörnyezett okozta a leghosszabb VOT-értékeket (46,4%-kal és 42,9%-kal hosszabbakat az alsó nyelvállásfokú vokálisokhoz képest). A zöngétlen palatális zöngés párjához hasonlóan ebben a kontextusban mutatta a legmagasabb VOT-t, de az eltérés kisebb (23,8%). A zöngétlen veláris zöngés párjától eltérően az /u/-kontextusban vette fel a legmagasabb zöngékezdési időket (25,1%). Ez utóbbi és az affrikáták esetében elmondható, hogy az egyes hangkörnyezetek között fokozatos emelkedés tapasztalható, azaz nem egy-egy magánhangzó esetében tér el nagymértékben a két másik közel azonos hatást gyakorló vokális környezetében kapott adatoktól, hanem egy „mintázatsort” állíthatunk fel. A zöngétlen veláris explozíva és a két alveoláris affrikáta esetében az /ɔ/ < /i/ < /u/ sor, a két posztalveoláris esetében

pedig az /ɔ/ < /u/ < /i/ jellemző. Az affrikáták közül a magánhangzó-kontextus csak a zöngétlen alveoláris esetében bizonyult szignifikáns hatásúnak. A szignifikáns esetekben a Kruskal–Wallis-próba alapján a χ^2 6,258 és 27,851 között, a $p \leq 0,044$ volt. A többi esetben a χ^2 0,513 és 4,894 között, a $p \geq 0,087$ volt.



9. ábra

A zárfeloldás kezdetétől a zöngé megindulásáig eltelt idő (ms)

A képzési hely a felpattanó zárhangok esetében jellemzően hatással volt a zöngé újraindulásának idejére. A zöngés explozívák esetében az alsó nyelvállásfokú magánhangzó környezetében nem tért el szignifikánsan a VOT-érték e tényező mentén, de a többi kontextushoz hasonlóan a palatális mutatta a legmagasabb értéket. A két felső nyelvállásfokú magánhangzó hatására nagyobb volt az egyes képzési helyek között a VOT-kben mért eltérés. Ezekben az esetekben is a palatális mássalhangzó esetében mértük a leghosszabb zöngé-újraindulási időt (19–74%-kal haladta meg a többi konzonánsnál mért értéket). A palatális vokális esetében a veláris mássalhangzó adatai is megemelkedtek (57–68%-kal hosszabb a két elsőbb képzési helyhez képest), de a palatálisnál így is rövidebbek maradtak. A Kruskal–Wallis-próba alapján a χ^2 9,665 és 17,421, a $p \leq 0,022$ volt a két felső nyelvállásfokú magánhangzó esetében, az alsóéban pedig $\chi^2 = 3,204$; $p = 0,361$.

A zöngétlen felpattanó zárhangok esetében általában a bilabiális < alveoláris < veláris < palatális sor állítható fel. A felső nyelvállásfokú veláris kontex-

tus esetében az alveoláris valamivel rövidebb VOT-t vesz fel, mint a bilabiális. Az eltérések mindhárom hangkörnyezetben szignifikánsak. A Kruskal–Wallis-próba alapján a χ^2 44,086 és 71,301 között, a $p < 0,001$ volt.

A zár-rés hangok esetében a zöngések a két veláris esetében szignifikánsan, a palatális magánhangzó környezetében pedig tendenciaszerűen mutattak eltérést a két képzési hely értékei között. Az alveoláris 18–40%-kal hosszabb zöngé-újraindulási idővel valósult meg. A Mann–Whitney-próba alapján a Z $-3,832$ és $-1,925$ között, $p \leq 0,054$ volt.

A zöngétlen zár-rés hangok esetében 0,7–11,7% különbség volt az egyes kontextusokban a két képzési helyre kapott adatok között. Ez egy esetben sem szignifikáns (a Mann–Whitney-próba alapján a Z $-1,070$ és $-0,330$ között, $p \geq 0,285$ volt).

A zöngességi párokat az explozívák esetében nem vetettük össze, mivel sokkal kevesebb zöngés előfordulás volt (a kevesebb zöngétlenedés miatt), mint zöngétlen. Az affrikáták esetében a posztalveolárisok mindhárom kontextusban jellemzően eltérnek egymástól (29–33%), az alveolárisok az /u/-ében nem (11,8% szemben: 13,5% és 22,4%). A Mann–Whitney-próba eredményei alapján ez utóbbi esetben a Z $-1,600$; $p = 0,110$; a többiben pedig a Z $-4,771$ és $-2,090$ között; $p \leq 0,037$ volt.

Következtetések

A jelen tanulmányban laboratóriumi beszédben elemeztük a magyar nyelv explozíváinak és affrikátáinak időtartamviszonyait a zöngesség, a képzési hely és a fonetikai kontextus függvényében.

Összességében elmondható, hogy az explozívák között gyakorta egyértelmű mindhárom paraméter hatása, míg az affrikáták esetében többször csak tendenciaszerű összefüggés mutatható ki, esetleg az adatok alapján nincs összefüggés az elemzett értékek és a vizsgált jellemzők között.

A mássalhangzó teljes időtartama, belső szupraglottális jegyeinek időzítése és azoknak a glottális jellemzőkkel való összevetése is jellemzően összefüggést mutatott mind a képzési hellyel, mind a magánhangzó-környezettel, mind pedig a fonológiai zöngességgel. A konzonáns, zárszakaszának és zár-feloldásának időtartama, valamint a két utóbbi aránya is eltérő volt a képzési hely függvényében. A hátsóbb képzési területeken általában hosszabb időtartamokat adatolhattunk. A zárszakasz időtartamának a képzési hellyel hátrafele haladva történő csökkenése, a feloldásnak pedig a növekedése a kisebb zár mögötti térfogattal és kisebb passzívan vagy aktívan tágítható felülettel magyarázható, hiszen gyorsabban emelkedik meg a képzés alatt a nyomás, a zár felnyitását eredményezve. A velárisok esetében az ismét hosszabb ideig tartó zár feltehetően a zárképzésben rész vevő nyelvterület nagyobb tehetetlenségének a következménye.

A palatálisokra kapott értékek általában meghaladták a velárisokét is, ezzel az affrikátákhoz hasonló szerkezetet jelezve. Ez a korábban említett átmeneti

fonetikai jellegük következménye, vagyis a részvevő nyelvterület mérete és lomhasága miatt a zár és annak feloldása a hangkörnyezet függvényében az affrikátákhoz hasonlóbb szerkezetet eredményezhetett.

Az affrikáták esetében ritkán kaptunk a képzési hely függvényében eltérő értékeket az egyes vizsgált paraméterekben. Ennek feltehetően az az oka, hogy a távolság kisebb, így a hatása nem jelentős mértékű. A fonológiai zöngesség tekintetében a fonetikai zöngesség jellemzői eltérőek voltak, de a szupraglottális időviszonyok csak a posztalveolárisok néhány esetében. Több ok is szerepet játszhat az eredmények alakulásában. Egyrészt a zöngés alveoláris affrikáta ejtése gyakorta hosszú beszédhangként történik, habár a korábbi adatok variabilitása alapján (fesz esjtésben) nem minden esetben tapasztalható ez a jelenség (vö. pl. Magdics 1969; Kassai 1982).

A magánhangzó-környezet hatását összegezve elmondható, hogy az alsó nyelvéllásfokú magánhangzó általában rövidebb időtartamokat eredményezett, és valamely (általában a mássalhangzó képzési helyéhez közelebb eső) felső nyelvéllásfokú vokális pedig hosszabbakat. Így például az alsó nyelvéllásfokú magánhangzó esetében a legrövidebb a zár felnyitása, míg a felső nyelvéllásfokúak közül a mássalhangzó képzési helyéhez közelebb eső esetében a leghosszabb, vagy hasonló ezek között. A VOT-értékek alakulásában is a mássalhangzó képzési helyének függvényében változott a magánhangzó képzési jegyeinek hatása a korábbi eredményekhez (Gósy 2000) hasonlóan. Ennek oka feltehetően az, hogy a mássalhangzó-magánhangzó átmenet között megtett nagyobb távolság következtében gyorsabban tud távozni a zár mögött felgyűlt levegő, azaz hamarabb csökken a nyomás, és állnak fel a magánhangzóra jellemző aerodinamikai feltételek.

A szupraglottális jellemzők, így a képzési mód is jellemző hatással volt a fonetikai zöngesség alakulására. A zöngéképzés a zöngétlen képzés során jellemzően a zárfeloldás előtt hosszabb idővel állt le mindkét képzési módban, a zöngés explozívák esetében ritkán az után, az affrikáták esetében pedig valamivel gyakrabban esett ez a zár felnyitásának indulása utánra. Ennek oka feltehetően, hogy a zárszakasz rövidebb ezekben a mássalhangzóokban. A zöngés explozívák esetében ritkább volt a zöngétlenedés (amely azonban a képzési hellyel hátrafelé haladva gyakoribbá vált), mint az affrikáták esetében. Ennek oka a zár utáni képzési rész eltérésében keresendő. Feltehetően az intenzív spirantikus zörej mint artikulációs-akusztikai cél és a zöngéképzés során a hangszalagok felől áramló alacsonyabb légnyomás ellentmondása áll a háttérben.

Az eredmények alapján további kérdések is felmerülhetnek. Ilyen például az akusztikai szerkezet spektrális elemzésének szükségessége, amely a palatális konzonánsok két csoport közötti helyzetét részletesebben leírhatják; vagy a fonetikai kontextusban rejlő másodlagos kulcsok vizsgálata.

Irodalom

- Alphen, Paul M. van – Smith, Roel 2004. Acoustical and perceptual analysis of the voicing distinction in Dutch initial plosives: the role of prevoicing. *Journal of Phonetics* 32/4. 455–449.
- Berg, Jur van den 1958. Myoelastic-aerodynamic theory of voice production. *Journal of Speech and Hearing Research* 1. 227–244.
- Bickley, Christine A. – Stevens, Kenneth N. 1986. Effects of a vocal tract constriction on the glottal source: experimental and modeling studies. *Journal of Phonetics* 14. 373–382.
- Boersma, Paul – Weenink, David 2011. *Praat: doing phonetics by computer* (Version 5.1.13). Elérhető: http://www.fon.hum.uva.nl/praat/download_win.html
- Bóna Judit 2011. A [p, t, k] mássalhangzók zöngেকেzdési ideje idősek és fiatalok spontán beszédében és felolvasásában. *Beszédkutatás* 2011. 61–72.
- Cseresyési László 1992. An outline of Hungarian phonology. *The Journal of Inter-cultural Studies. Extra Series* No. 2. 79–104.
- Draxler, Christoph – Jänsch, Klaus 2004. SpeechRecorder, a universal platform independent multi-channel audio recording software. In: *Proceedings of LREC*, Lisbon. 559–562.
- Gombocz, Zoltán – Meyer, Ernst A. 1909. *Zur Phonetik der ungarischen Sprache*. Edv. Berlings Buchdruckerei, Uppsala.
- Gósy Mária 2000. A [p, t, k] mássalhangzók zöngেকেzdési ideje. *Magyar Nyelvőr* 124. 195–204.
- Gósy, Mária – Ringen, Catherine O. 2009. Everything you always wanted to know about VOT in Hungarian. Elhangzott: *International Conference on the Structure of Hungarian*. Elérhető: http://icsh9.unideb.hu/pph/handout/Ringen_Gosy_handout.pdf.
- Gráczki Tekla Etelka 2011a. Intervokális explozívák a zöngেকেsségi oppozíció függvényében. *Beszédkutatás* 2011. 46–60.
- Gráczki, Tekla Etelka 2011b. Voicing contrast of intervocalic plosives in Hungarian. In Lee, Wai-Sum – Zee, Eric (ed.): *17th International Congress of Phonetic Sciences*. Hong Kong. 759–762.
- Gráczki Tekla Etelka – Kohári Anna 2012. A zöngেকেzdési idő egy módszertani kérdés függvényében. In Markó Alexandra (szerk.): *Beszédtudomány. Az anyanyelv-elsajátítástól a zöngেকেzdési időig*. ELTE BTK–MTA NyTI, Budapest. 228–248.
- Gráczki Tekla Etelka – Markó Alexandra – Beke András 2009. Zöngেকেzdési idő a spontán beszédben. Elhangzott: *Beszédkutatás* 2009 konferencia.
- Kassai Ilona 1982. A magyar beszédhangok időtartamviszonyai. In Bolla Kálmán (szerk.): *Fejezetek a magyar leíró hangtanból*. Akadémiai Kiadó, Budapest. 115–154.
- Kázmér Miklós 1961. *A magyar affrikátságzemplélet*. Nyelvtudományi Értekezések 21. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Keating, Patricia – Linker, Wendy – Huffman, Marie 1983. Patterns in allophone distribution for voiced and voiceless stops. *Journal Phonetics* 11. 277–290.
- Kovács Magdolna 2002. Az affrikáták akusztikai szerkezetéről. In Hunyadi László (szerk.): *Kísérleti fonetika, laboratóriumi fonológia*. Debreceni Egyetem Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen. 39–54.
- Ladefoged, Peter 1941. *Preliminaries to linguistic phonetics*. The University of Chicago Press, Chicago–London.

- Maddieson, Ian 1997. Phonetical universals. Hardcastle, William J. – Laver, John (eds.): *The handbook of phonetic sciences*. Blackwell, Oxford. 619–639.
- Magdics Klára 1969. A magyar beszédhangok időtartama. *Nyelvtudományi Közlemények* 68. 125–139.
- Ohala, John J. 1976. *A model of speech aerodynamics*. Report of the phonological Laboratory. Berkeley.
- Ohala, John J. 1983. The origin of the sound patterns in vocal tract constraints. In MacNeilage, Paul F. (ed.): *The production of speech*. Springer Verlag, New York. 189–216.
- Ohala, John J. 1990. There is no interface between phonetics and phonology. A personal view. *Journal of Phonetics* 18. 153–171.
- Ohala, John J. 1997. Aerodynamics of phonology. In: *Proceedings 4th Seoul International Conference on Linguistics*. Seoul. 92–97.
- Ohala, John J. – Riordan, Carol J. 1979. Passive vocal tract enlargement during voiced stops. In Wolf, Jared J. – Klatt, Dennis H. (eds.): *Speech Communication Papers*. Acoustical Society of America, New York. 89–92.
- Olaszy Gábor 2006. *Hangidőtartamok és időszerkezeti elemek a magyar beszédben*. Nyelvtudományi Értekezések 155. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Pape, Daniel – Mooshammer, Christin – Hoole, Philip – Fuchs, Susanne 2006. Devoicing of word-initial stops: A question of the following vowel? In Harrington, John – Tabain M. (eds.): 211–226.
- Perkell, Joseph S. 1969. *Physiology of speech production: Results and implications of a quantitative cineradiographic study*. Research monograph 53. MIT Press, Cambridge, MA.
- Shadle, Christine H. 1997. The aerodynamics of speech. In Hardcastle, William J. – Laver, John (eds.): *The handbook of phonetic sciences*. Oxford, Blackwell. 33–64.
- Siptár Péter 1995. *A magyar mássalhangzók fonológiája*. Linguistica, Series A, Studia et Dissertationes 18. MTA Nyelvtudományi Intézet, Budapest.
- Solé, Maria J. 2011. Articulatory adjustments in initial voiced stops in Spanish, French and English In Lee, Wai-Sum – Zee, Eric (ed.): *17th International Congress of Phonetic Sciences*. Hong Kong. 1878–1883.
- Solé, Maria J. – Sprouse, Ronald L. 2011. Voice-initiating gestures in Spanish: Prenasalization. In Lee, Wai-Sum – Zee, Eric (ed.): *17th International Congress of Phonetic Sciences*. Hong Kong. 72–75.
- Stevens, Kenneth N. 1971. Airflow and turbulence noise for fricative and stop consonants: Static considerations. *Journal of Acoustical Society of America* 50. 1180–1992.
- Stevens, Kenneth N. 1997. Articulatory–acoustic–auditory relationships. In Hardcastle, William J. – Laver, John (eds.): *The handbook of phonetic sciences*. Blackwell, Oxford. 462–506.
- Stevens, Kenneth N. 1998. *Acoustic phonetics*. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts–London.
- Stevens, Kenneth N. – Blumstein, Sheila E. – Glicksman, Laura – Burton, Martha – Kurowski, Kathleen 1992. Acoustic and perceptual characteristics of voicing in fricatives and fricative clusters. *Journal of Acoustic Society of America* 91/5. 2979–3000.

- Svirsky, Mario – Stevens, Kenneth N. – Matthies, Melanie L. – Manzella, Joyce – Perkell, Joseph S. – Wilhelms-Tricarico, Reiner 1997. Tongue surface displacement during bilabial stops. *Journal of the Acoustical Society of America* 102. 562–571.
- Szende Tamás 1974. Magánhangzóközi affrikátáink természetéről. *Magyar Nyelv* 71. 432–438.
- Szende Tamás 1997. *Alapalak és lazítási folyamatok*. Linguistica Series A Studia et dissertationes 22. MTA Nyelvtudományi Intézet, Budapest.
- Westbury, John R. – Keating, Patricia A. 1986. On the naturalness of stop consonant voicing. *Journal of Linguistics* 22. 145–166