

Gemináták artikulációs szerveződése a magyarban

DEME ANDREA^{1,2} – BARTÓK MÁRTON^{1,2} – GRÁCZI TEKLA ETELKA^{2,3} –
CSAPÓ TAMÁS GÁBOR^{2,4} – MARKÓ ALEXANDRA^{1,2}

¹ELTE BTK Fonetikai Tanszék, Budapest

²MTA–ELTE „Lendület” Lingvális Artikuláció Kutatócsoport

³MTA Nyelvtudományi Intézet, Budapest

⁴Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Távközlési és
Médiainformatikai Tanszék, Budapest

*deme.andrea@btk.elte.hu, bartokmarton@gmail.com,
graczi.tekla.etelka@nytud.mta.hu, csapot@tmit.bme.hu,
marko.alexandra@btk.elte.hu*

Bevezetés

A magyar nyelvben a szingleton-gemináta oppozíció, azaz a nyelvileg rövid és hosszú mássalhangzók oppozíciója (ezeket a fogalompárokat a tanulmányban szinonimaként használjuk, az utóbbit szigorúan megkülönböztetve a fizikai vagy fonetikai, ms-ban mérhető időtartamtól) fonológiai, azaz jelalakmegkülönböztető szerepű szembenállás. Ez azt jelenti, hogy léteznek a magyarban olyan minimális párok, amelyekben a jelentéssel bíró hangalakok közötti különbséget kizárólag a mássalhangzó hosszúsága adja, pl. *ép* ~ *épp*. Az elméletibb irányultságú nyelvelírások szerint a magyar mássalhangzórendszerben a szingleton-gemináta mássalhangzó-oppozíció legfőbb akusztikus kulcsa az időtartam, azaz az ejtés, hangoztatás tartama. Emellett hagyományosan azt is feltételezik, hogy gemináták csak bizonyos pozíciókban, csak intervokálisan, illetve megnyilatkozás végén (magánhangzó után és szünet előtt) fordulhatnak elő a magyarban – nem állhatnak például szó elején, illetve nem fordulnak elő egy további mássalhangzóval szomszédosan. Amennyiben (például toldalékolás vagy szóképzés miatt) mégis előállna az utóbbi eset, a gemináta mássalhangzó rövidül, azaz degeminálódik (Siptár–Törkenczy 2000/2007).

Deme Andrea – Bartók Márton – Grácsi Tekla Etelka – Csapó Tamás Gábor – Markó Alexandra
2019. Gemináták artikulációs szerveződése a magyarban. *Beszédkutatás* 2019. 54–74.

DOI-azonosító: 10.15775/Beszkut.2019.54-74

A gemináták és a degemináció fonetikai vonatkozásait korábban már több idegen nyelvben is vizsgálták, és a magyarra vonatkozóan is napvilágot látott néhány elemzés. Ezen tanulmányok legtöbbszörében azonban a vizsgálódás fókuszja kizárólag a beszéd akusztikai vetülete volt. A geminátájtés artikulációs jellemzése, és különösen a degemináció folyamatának artikulációs háttere azonban még jóval kevésbé körüljárt kérdés. A jelen tanulmányban ez utóbbi két kérdéskörhöz, tehát a gemináták és a degemináció kérdésköréhez kívánunk hozzájárulni magyar, az elektromágneses artikulográfia módszerével nyert adatok elemzésével. A vizsgálatban intervokálisan és mássalhangzóval szegélyezetten (a továbbiakban ezt nevezzük degemináló pozíciónak) előforduló felpattanózárhang-gemináták artikulációját vetjük össze intervokális szingleton, valamint intervokális, rövid mássalhangzókból álló kéttagú kapcsolatok azonos mássalhangzóinak artikulációs szerveződésével. Legfőbb célunk, hogy adalékokkal szolgáljunk a degeminálódott mássalhangzó státuszát illető diskurzushoz, amely azt firtatja, hogy a degemináció folyamata vajon teljesen neutralizálja-e a szingleton-gemináta oppozíciót, ám mind a szingleton felpattanó mássalhangzók, mind a felpattanó szingletonokból álló mássalhangzó-kapcsolatok, mind pedig a felpattanó gemináta mássalhangzók artikulációs jellemzésével új adatokkal szolgálunk a magyar beszédhangok artikulációs jellemzésének terén.

Háttér

Korábbi, a magyar gemináták akusztikus sajátosságait vizsgáló tanulmányok szerzői azt találták, hogy csakúgy, mint más nyelvekben (ehhez vö. pl. Ridouane 2007 összefoglalóját 24 nyelv hosszú és rövid felpattanó zárhangjainak elemzéséről), a magyarban is az időtartam, a felpattanó zárhangok esetében pedig különösen a zárképzés időtartama a fonológiai szingleton-gemináta oppozíció legfontosabb akusztikai korrelátuma (Olaszy 2006; Pycha 2009, 2010; Neuberger 2015). Ezen (hazai és külföldi) vizsgálatok nagyobb része elsősorban felpattanó zárhangokat (explozívákat) és zár-rés hangokat (affrikátákat) elemez, ugyanis komplex akusztikai szerkezetük (melynek összevetői a zárképzés, a zárfelpattanás és a réses vagy rés nélküli zárfeloldás) révén ezek a mássalhangzók azok, amelyek a legkevésbé kínálják triviálisan az időtartam mint akusztikus kulcs alkalmazását a szembenállásban. Az explozíva és affrikáta mássalhangzók esetében kérdés ugyanis, hogy vajon komplex időszerkezetük mely elemének időtartam-manipulációjában keresendő a fonológiai hosszúság kulcsa. Mivel a jelen tanulmányban az idézett okból mi magunk is csak explozívákat vizsgálunk, a bevezetés további részében is kizárólag az ezekkel a

mássalhangzókkal kapcsolatos eddigi eredményeket ismertetjük részletesebben (a tanulmányok megjelenésének kronológiai sorrendjét követve).

Olaszy (2006) monográfiája széles körben közöl statisztikai adatokat a magyar beszédhangok időtartamait illetően. Ezek között említést tesz az általa vizsgált kopruszban nem kontrollált környezetekben előforduló hosszú és rövid mássalhangzók időtartamarányairól is, melyet átlagosan 160%-ban állapít meg.

Pycha (2009) már kifejezetten csak explozívák és affrikáták körében vizsgálta és kizárólag a mássalhangzók fonológiai hosszúságának kérdését. Kísérletében arra jutott, hogy amint más nyelvekben, a magyarban is elsősorban a zárképzés időtartama fejezi ki a szingletonok és gemináták közti különbséget a felpattanó zárhangok és a zár-rés hangok fizikai megvalósításában. Pycha (2009) következtetését akusztikai adatokra alapozta, melyek szerint a hosszú mássalhangzók zárszakaszának időtartama a megfelelő rövid párban mértnek átlagosan 210%-a. Ugyanezen szerző egy nem sokkal későbbi tanulmányában (Pycha 2010) a degemináció kérdését is bevonta az elemzésbe az affrikáták vonatkozásában, és – csak a jelen tanulmány szempontjából relevánsakat említve – két fontos eredményre is jutott. Egyfelől azt találta, hogy a degeminálódó pozícióban álló affrikáta mássalhangzók teljes időtartama a kapcsolatban álló szingletonok időtartamának átlagosan 110%-át teszi ki, ami alapján levonhatjuk azt a következtetést, hogy a degeminálódott affrikáták átlagosan valamivel hosszabbak, mint a megfelelő szingletonok, így – legalábbis a mássalhangzók összügytartamát tekintve – nem megalapozott a hosszúsági oppozíció teljes redukcióját feltételezni a degeminációban. Másfelől azt is megállapította, hogy az intervokálisan és a mássalhangzó-kapcsolatban álló rövid, illetve a degemináló pozícióban álló affrikáták között egy további különbség lehet a zárszakasz időtartamának a mássalhangzó teljes időtartamára vetített arányában, a következőképpen. A degeminálódó (balról nazálissal szegélyezett) mássalhangzóknál ez az arány átlagosan 9%-kal kisebb volt, mint az intervokális rövid affrikátákban, és átlagosan 3%-kal magasabb, mint a balról nazálissal szegélyezett szingletonban (VC_1V : 0,39; VC_1C_1V : 0,54; VnC_1V : 0,27; VnC_1C_1V : 0,30, Pycha 2010: 135).

Neuberger (2015) vizsgálata spontán beszédben (és így gyakorlatilag szükségszerűen nem kontrollált nyelvi környezetben) rögzített zöngétlen felpattanó /p t k/ zárhangok akusztikai vizsgálatával árnyalja tovább a rövid-hosszú szembenállás fonetikai implementációjának kérdését. A szerző kutatásában egyebek mellett arra jutott, hogy a hosszú és rövid párok átlagos időtartamaránya 140-150% körül, tehát az Olaszy (2006) vizsgálatában feltártakhoz hasonlóan alakult, ami alapján levonható a konklúzió, hogy a spontán beszéd és a felolvasás közti lehetséges pszicholingvisztikai eltérések, valamint a felvételi szituáció (így például a beszédtevékenységre fordított

figyelem esetlegesen eltérő mértéke) nem eredményeznek jelentős különbségeket a szingleton-gemináta oppozíció megvalósításában. Ezen túlmenően Neuberger a zárszakasz és a teljes mássalhangzó időtartamarányát is megállapította a hosszú és rövid mássalhangzóknál, amely érdekes módon mindössze 10% körüli eltérést mutatott a hosszú mássalhangzók javára – miközben Pycha (2010) eredményeiben az intervokális hosszú mássalhangzóknál mért százalékos arány többete 15% volt az intervokális rövidkekhöz, és 27% a klaszterben álló rövidkekhöz képest, tehát a hosszúak és rövidke különbsége átlagosan 21% körül alakult.

Siptár és Grácsi (2014) szintén foglalkozott a hosszú és rövid mássalhangzóknál időszereketével egyes hangkörnyezetekben, és ez a tanulmány kifejezett figyelmet szentelt a degemináció jelenségének is. A szerzők a zöngétlen felpattanó /t/ és /p/ vonatkozásában azt találták, hogy ezek szingletonként, két szingletonból álló (VC_1C_2V) kapcsolatokban voltak a leghosszabbak (akár C_1 -ként akár C_2 -ként forultak is elő), ezt követte a degemináló pozícióban álló gemináták időtartama (akár balról, akár jobbról voltak is azok szegélyezettek a további mássalhangzóval), míg a legrövidebbek a három szingletonból álló kapcsolatok középső mássalhangzójaként realizálódott ($C_1C_2C_3$) felpattanók voltak. Az elemzés az eddig idézettekhez hasonlóan akusztikai adatokra épült, és ezzel kapcsolatosan egy kifejezett érdekessége, hogy az akusztikai megközelítés nehézségeire is részletes(ebb)en reflektál. A szerzők ugyanis leírják, hogy mind a szingletonok, mind a gemináták esetében gyakorta tapasztalták az explozívák felpattanásának és/vagy zárfeloldásának teljes hiányát az akusztikai jelben (különösen akkor, ha a beszédhangot mássalhangzó-kapcsolatban, azaz például gemináló pozícióban ejtette a beszélő), így a szegmentálás, és ennek megfelelően a hangidőtartamok mérése is nehéznek, vagy sokszor egyenesen megbízhatatlannak bizonyult (pusztán) az akusztikum alapján. Ez a megjegyzés – azon túlmenően, hogy követendő példaként az eredmények kritikai kezeléséről tanúskodik –, vélekedésünk szerint arra mutat, hogy az artikulációs megközelítés kiemelt jelentőségű lehet a gemináták, a szingletonok és a degemináció folyamatának fonetikai leírásában. Megfelelő artikulációs eszközökkel (például a pontszerű mérések vonatkozásában egyedülállóan pontos és nagy felbontású elektromágneses artikulográfia, röviden EMA segítségével) ugyanis azon releváns artikulációs gesztusok is detektálhatók lehetnek, amelyek az akusztikai vetületben nem hagynak nyomot, illetve amelyeknek az akusztikai korrelátumait valamely további nagyobb intenzitású összetevők és/vagy egyéb zajok elfedik.

A magyar mássalhangzó-kapcsolatok, gemináták, illetve rövidülő gemináták artikulációs szerveződésével kapcsolatosan eddig még nem születettek vizsgálatok. A magyarhoz hasonló, mássalhangzós fonológiai hosszúsági oppozíciót mutató japán nyelvre vonatkozóan azonban már

vannak eredmények – bár megjegyzendő, hogy ezekből a vizsgálatokból csak kettő van hozzáférhető módon, írásban is dokumentálva, melyek inkább esettanulmány jellegű, kevés (Löfqvist 2007: öt fő, Fujimoto 2015: két fő) beszélő ejtését vizsgáló kísérletek, így eredményeik is inkább probléma-felvetőnek, mintsem jól általánosítható válaszokat adó adatoknak tekinthetők. Löfqvist (2007) intervokális környezetben elemezte a /t, d, s, ʃ, k, g/ szingleton és gemináta mássalhangzókat magnetométerrel, öt beszélő ejtésében, és azt találta, hogy az explozívagemináták zárszakasza hosszabb, a nyelv mozgása a mássalhangzó ejtése alatt (a zár mint artikulációs cél eléréséig) pedig lassabb, mint a megfelelő (azonos képzéshelyű, -módú és zöngésségű) szingletonokban. Fujimoto és munkatársainak (2015) EMA-kísérlete ezekre az eredményekre alapszik, valamint azokra a korábbi akusztikai adatokra, melyek szerint a geminátákat megelőző magánhangzó időtartama is hosszabb, mint a rövideket megelőzőké (erről lásd Fujimoto et al. 2015 összefoglalását). Fujimoto és munkatársai kísérletének apropóját az adta, hogy ez utóbbi akusztikai eredmények szembemennek azzal az általános megfigyeléssel, hogy a valamely okból hosszabban megvalósuló mássalhangzók előtt általában rövidebbek a magánhangzók, azaz a mássalhangzó és a megelőző magánhangzó időtartama között jellemzően reciprok viszony áll fenn. Felmerült tehát a kérdés, hogy vajon a gemináták előtt megnövekedő magánhangzó-időtartam pusztán a mássalhangzóban tapasztalt lassabb nyelvmozgás eredménye-e, avagy más tényezők befolyására vezethető vissza. Noha az idézett vizsgálat a /t k ʃ/ artikulációjának elemzésével (elől képzett magánhangzók között) erre a kérdésre nem adott (de az igen alacsony adatközlőszám, mindössze két beszélő vizsgálata okán nem is igen adhatott) kielégítő választ, hiszen a két beszélőnél egymásnak ellentétes tendenciák mutatkoztak (az egyiküknél szorosabb viszony látszott a nyelvmozgás és a magánhangzó tartama között, míg a másikuknál nem lehetett látni összefüggést), a vizsgálat kérdésfelvetése valóban releváns, és kísérletesen ellenőrzendő, nagyobb adatközlőszámmal.

Kutatási kérdések

A jelen tanulmányban bemutatásra kerülő kísérletben magyar szingleton, gemináta és degemináló pozícióban álló felpattanó zárhangokat elemzünk akusztikai és artikulációs módszerekkel (utóbbit EMA segítségével) abban a reményben, hogy ezzel további részleteket tudhatunk meg az említett mássalhangzótipusok között található különbségekről és hasonlatosságokról, valamint választ kapunk a következő kérdésekre:

1. A degemináció folyamata teljesen neutralizálja-e a hosszú-rövid mássalhangzókontrasztot a beszéd akusztikai és artikulációs vetületében?
2. A magyar geminátákban is megfigyelhető-e a lassabb nyelvemelkedés az

artikulációs gesztus csúcsának/a zárnak mint artikulációs célnak az elérésében? Hosszabb-e a geminátákat megelőző magánhangzók időtartama (szemben a szingletonokat és a rövidülő geminátákat megelőzőkével)? És ezek a paraméterek valóban függetlenek-e egymástól, ahogyan azt a kisszámú japán adat alapján feltételezhetnénk?

3. A nyelvemelkedés sebességével összefüggésben más eltérések is mutatkoznak-e a szingleton és rövidülő gemináta artikulációs szerveződésében? Kimutatható-e különbség például a C_1C_2 kapcsolatokban megvalósuló rövid mássalhangzók és a $C_1C_1C_2$ degemináló pozícióban megvalósuló „hosszú” mássalhangzók létrehozásához szükséges artikulációs gesztus és a követő heterorganikus mássalhangzó létrehozásához szükséges artikulációs gesztus átfedésében?

Módszerek

Kísérleti személyek, nyelvi anyag, felvételi körülmények

A kísérletben 10 magyar anyanyelvű női beszélő vett részt (átlagos életkoruk $27,2 \pm 6,39$ év), saját bevallásuk szerint mindannyian éphallók, ép beszédűek, továbbá egészségesek voltak a felvételkészítéskor.

A kísérletben az alveoláris zöngétlen /t/, valamint a bilabiális zöngétlen /p/ mássalhangzókat vizsgáltuk. A vizsgálandó mássalhangzók kiválasztásában a két legfontosabb szempont egyrészt a képzéshelybeli eltérés (heterorganikuság) volt, ugyanis az egyes mássalhangzós gesztusok detektálása és a gesztusok koordinációjának elemzése csak így biztosítható (lásd pl. Brunner et al. 2014), másfelől pedig az, hogy ezek a mássalhangzók biztosan és pontosan vizsgálhatók legyenek EMA segítségével. Mivel a nyelv dorzális területe sokak számára érzékeny, ezért gyakran nem helyezhetők a nyelven kellően hátra a szenzorok ahhoz, hogy velárisok képzéséhez szükséges lingvális gesztus jól és biztosan beazonosítható legyen. Ezzel szemben mind az ajkak, mind pedig a nyelvhegy mozgásai jól mérhetők, illetve az egymást követő labiális és lingvális mássalhangzós gesztusok is jól azonosíthatók.

A célmássalhangzókat négy különböző kondícióban vettük fel a kísérlet során (ahol a mássalhangzók egyike mindig a /t/, másik pedig, ha volt ilyen, a /p/ volt):

1. intervokális geminátákként $V_1C_1C_1V_2$ típusú szekvenciában (gem),
2. geminátákként degemináló heterorganikus intervokális mássalhangzó-kapcsolatokban, $V_1C_1C_1C_2V_2$ típusú szekvenciákban (degem),
3. intervokális szingletonokként $V_1C_1V_2$ típusú szekvenciákban (szing), és

4. szingletonokként heterorganikus intervokális mássalhangzó-kapcsolatokban, azaz $V_1C_1C_2V_2$ szekvenciákban (szingC).

A célhangokat tartalmazó szekvenciákat létező (vagy létező szavakból szöösszetétel¹ előállított) magyar szavakba ágyaztuk (a szavakat a Szószablya webkorpusz segítségével válogattuk, lásd Halácsy et al. 2003), melyeket grammatikus magyar mondatokban olvastak fel az adatközlők képernyőről, randomizált sorrendben. A célszavak a mondat preverbális fókuszában vagy pedig a mondatok igéiként álltak, azaz (elméletileg) mondathangsúlyos helyzetekben, ám maguk a célszekvenciák a fókuszált szó második és/vagy harmadik szótagjának kódajaként és/vagy szótagkezdeteként szerepeltek, azaz hangsúlytalan szótagokban.

Bár a kísérlet elsődleges célja a fenti kondíciók összevetése volt, annak érdekében, hogy valamelyest fokozzuk az adatok variabilitását (így közelítve a természetes ejtésben amúgy jellemző random variabilitást), két további tényezőt is manipuláltunk az anyagban, kiegyenlített módon: a magánhangzó-kontextust, valamint a mássalhangzók képzési helyét. A magánhangzókat illetően három kondíciót alakítottunk ki, és minden kondícióra két példaszót és -mondatot rögzítettünk eltérő minőségű, de a kondíciónak megfelelő besorolású magánhangzókkal, melyek megegyeztek a fő kondíciók és a képzéshely-sorrendek (lásd lentebb) szerint: $V_{elöl}$ képzett_ $V_{elöl}$ képzett, $V_{elöl}$ képzett_ $V_{hátral}$ képzett, $V_{hátral}$ képzett_ $V_{hátral}$ képzett. A mássalhangzó-kapcsolatban és a degemináló pozícióban álló mássalhangzók tekintetében pedig két feltételt, egészen pontosan két képzéshely-sorrendet állítottunk elő: $C_{bilabiális}C_{alveoláris}$, $C_{alveoláris}C_{bilabiális}$. Az elemzések túlnyomó részében az e paraméterek mentén előálló csoportokat nem különítettük el egymástól, és nem vizsgáltuk sem a kontextus, sem a képzéshely-sorrend hatását az adatokra, hanem ezeket a variánsokat ugyanazon inger nagyobb akusztikai és artikulációs varianciát mutató ismétléseinek tekintettük. Ez alól csak két esetben tettünk kivételt. Egyrészt, mivel a szaktudományban elterjedt vélekedés szerint szisztematikus eltérést várunk a $C_{bilabiális}C_{alveoláris}$, illetve az $C_{alveoláris}C_{bilabiális}$ szekvenciák koordinációja között (pl. a grúz és a marokkói arab nyelvekben nagyobb átfedést láttak az előbbi szekvenciában, mint az utóbbiban, vö. Recasens 2018: 116), a gesztusok átfedésének elemzésében felvettük prediktorként a képzési helyet, illetve a képzéshely-sorrendet a statisztikai modellünkben azért, hogy az említett feltevést a magyar nyelv vonatkozásában is megvizsgálhassuk. Másrészt pedig, mivel a labiális mássalhangzók esetében a zár képzése nem (vagy legalábbis az alveolárisoknál jóval kevésbé) függ össze a nyelvemelkedéssel, a nyelvemelkedés időzítésének elemzésében csak az alveoláris mássalhangzókat vizsgáltuk.

¹ Az összetételt itt egy szóhangsúly alá eső szekvenciaként értelmezzük, és annak érdekében, hogy ez artikulációsán megvalósuljon a célszavak felolvasásában, a helyesírás szerint külön írandó szerkezeteket egybeírtuk az ingeranyagban.

Végezetül az összes így előállt inger háromszori ismétlésben rögzítettük minden adatközlővel. Így mindösszesen (4 kondíció × 3 magánhangzó-kontextus × 2 példaszó és -mondat magánhangzó-kontextusonként × 2 más-salhangzó, ill. képzési-hely-sorrend × 3 ismétlés =) 144 tokent rögzítettünk minden beszélő esetében, azaz összesen 1440 célszekvenciát, melyből két token technikai okokból nem volt használható, így végül összesen 1438 realizációt elemeztünk.

Az 1. táblázat a /t/ elemzéséhez használt összes példamondatot szemlélteti a fentiekben összefoglalt szempontok szerint (emlékeztetőül: minden elemet háromszori ismétlésben vettünk fel minden adatközlővel), és a fentiek értelmében azon esetekben, ahol ezt nem jelezzük külön, az egy oszlopba tartozó elemeket ugyanazon inger nagyobb akusztikai és artikulációs változatosságot mutató ismétléseinek tekintettük. Így tehát minden inger minden adatközlő ejtésében legalább 6 és legfeljebb 18 ismétlésben szerepelt az elemzésekben.

1. táblázat: A /t/ vizsgálatához használt példamondatok a vizsgált kísérleti kondíciók és a variabilitást növelő szisztematikusan manipulált további faktorok szerint

Magánhangzó-kontextus		Kondíció			
Besorolás	Példa	gem	degem	szing	szingC
V _{elől} képzett_ V _{elől} képzett	e_á*	<i>Dilettáns volt, nem amatőr.</i>	<i>Fedett</i> pályás bajnokságon jutott be a döntőbe.	<i>Diletáció</i> ellen vetette be a lakk- festéket	<i>Életpálya-</i> modellel kecsegtet- ték.
	e_e	<i>Felettese</i> helyett hozta meg a döntést.	<i>Zsilett</i> pengével szakította fel a zsákot.	<i>Betelepedők</i> özön- lötték el a kihalt tanyát.	<i>Nemzet</i> per- nek nézett elébe az ország.
V _{elől} képzett_ V _{hátral} képzett	i_a	<i>Megittasodott</i> tőle.	<i>Műgitt</i> palettáját rakosgatta helyette.	<i>Karitatív</i> szol- gálat volt.	<i>Profít</i> part- nerként tekin- tett rá.
	e_a	<i>Kazetta</i> csúszott ki a zakózsebéből.	<i>Krikett</i> partin döntötték el a kérdést	<i>Vegetatív</i> közpon-tokat iktat ki.	<i>Szövet</i> pa- pucs hevert az udvar közepén.
V _{hátral} képzett_ V _{hátral} képzett	o_a	<i>Halottaskocsin</i> érkezett.	<i>Rakott</i> patiszon illatát vitte magával a szél.	<i>Palota</i> volt, nem egy egyszerű hétvégi ház.	<i>Ó-Bot</i> palád határá- ban találták meg.
	a_u	<i>Láhattuk a</i> követet csupán, szóba nem elegyedhettünk vele.	<i>Mulat</i> puszta határát fenyegette.	<i>Gratuláció</i> helyett vágta fejbe.	<i>Irat</i> pusz- títás dön- tötte igájába a századelőt.

* Az /a:~t a hangzó IPA magánhangzós táblázatának mintái (https://en.wikipedia.org/wiki/IPA_vowel_chart_with_audio), valamint korábbi akusztikai elemzések (vö. pl. Gósy-Bóna 2014) alapján elől képzettnek tekintettük.

Adatfeldolgozás és elemzések

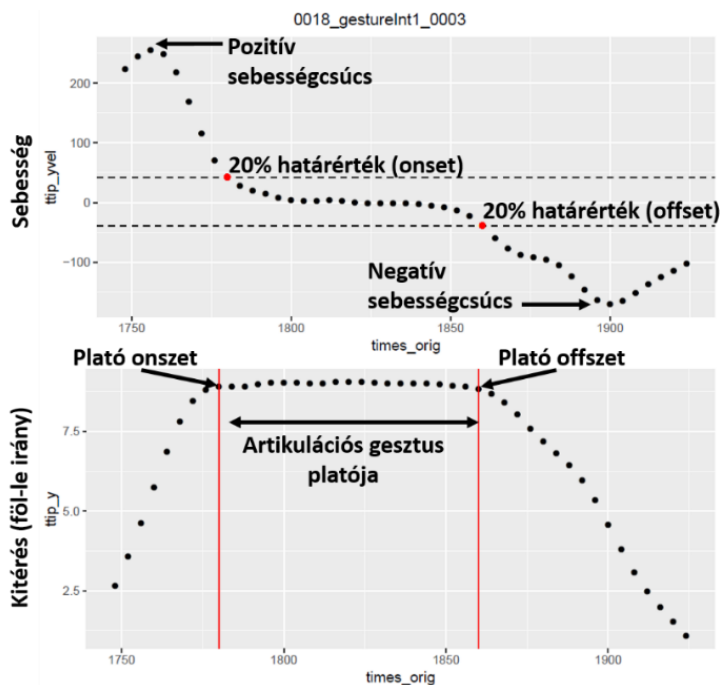
Az artikulációs adatok utófeldolgozását részben a Carstens-szoftver erre szolgáló moduljaival végeztük. A mért adatokat olyan módon forgattuk el, hogy a fej és a harapási vagy okklúziós sík (az összezárt alsó és felső fogsor közti sík) orientációja minden beszélő esetében egyezzen, az okklúziós sík a vízszintessel párhuzamos legyen, a keresztmetszeti sík mint a koordináta-rendszer (0,0) koordinátájú pontja pedig a metszőfogaknál pozícionálódjon. Ezután a Kölni Egyetem Fonetikai Intézetének (IfL Phonetik, Universität zu Köln) saját készítésű szoftverével átalakítottuk a 3 dimenziós amplitúdó-adatokat az Emu adatbáziskezelő szoftverrel (Winkelmann et al. 2018) kompatibilis ssff kiterjesztésű 2 dimenziós (a fej keresztmetszeti síkjára transzformált) adatokat tartalmazó fájlkká, továbbá ennek a szoftvernek a segítségével nyertük ki az egyes szenzorok x és y tengely szerinti sebességadatait is (a kitérésadatok mellett), valamint az ajkak nyitottságát számszerűsítő (a felső és alsó ajak euklideszi távolságából számolt) adatsort az ehhez tartozó sebességadatokkal együtt.

A beszédhangokat az akusztikai jel alapján szegmentáltuk és címkéztük félautomatikusan a BAS webszolgáltatás graféma-fonéma konverterének (Reichel 2012) és a MAUS rendszernek (Schiel 1999) a segítségével, majd a szükséges helyeken kézzel javítottuk a felismertetett hanghatárokat a Praat szoftverben (Boersma–Weenink 2014). Az artikulációs gesztusokat az Emu adatbáziskezelő segítségével azonosítottuk félautomatikusan (ennek részleteit lásd lentebb).

A beszédhangok időtartamát az akusztikai jel alapján állapítottuk meg, míg az artikulációs gesztusok azonosításához a megfelelő szenzorok kitérés- és sebességadatait használtuk: a bilabiális /p/ esetében a felső és alsó ajkak euklideszi távolságát megadó kitérés- és sebességadatsort, az alveoláris /t/ esetében pedig a nyelvhegyi szenzor y tengely mentén megállapított kitérés- és sebesség-adatsorait. A jelen tanulmányban kizárólag a mássalhangzós artikulációs gesztusok platóját azonosítottuk és elemeztük a Brunner és munkatársai (2014) tanulmányában leírt módszer alapján. Az 1. ábra a /tt/ gemináta megvalósulását mutatja a *láthattuk* szóban – a gesztusdetekálás módszerét ennek alapján foglaljuk össze röviden.

Az 1. ábra alsó panelén a nyelvhegyszenzor y (fől-le) irányú kitérésének (mm) adatsorát látjuk az idő (s) függvényében, míg a felső ábrán az adott időpillanatokhoz tartozó (szintén fől-le irányú) sebességadatok (mm/s) figyelhetők meg. A plató – ami a felpattanók esetében a zárképzésnek feleltethető meg, azaz az alveoláris /t/ esetében annak, hogy a nyelvhegyen lévő szenzor hozzátapad a fogmederhez – azonosításához előbb a platót megelőző pozitív és negatív irányú maximális sebességhelyeket azonosítottuk: az ábrán ezek a felső panelen látható maximum- és minimumértékek

(pozitív és negatív csúcsok). Ezután megállapítottuk az onszet és az offszet detektálásához használandó aktuális határértékeket, és kiválasztottuk azokat a mérési időpontokat, amelyekben az adott határértékek mérhetőek voltak.



1. ábra: A nyelvhegyszenzor y (fől-le) irányú kitérés- (mm, lent) és sebességadatsorai (mm/s, fent) a /tt/ geminátá ejtésekor a *láthattuk* szóban. Az alsó panel függőleges vonalai a geminátában azonosított gesztusplató kezdetét (onszet) és végét (offszet) jelzik, míg a felső panel vízszintes, szaggatott vonalai a plató onszetjének és offszetjének azonosítására szolgáló 20%-os határértékeket (lásd a szövegben) mutatják

Határértékként minden esetben 20%-ot határoztuk meg, azaz a plató onszetjének azonosításához megkerestük a mássalhangzó „eleje” felé mérhető maximális sebességhelyet, és megállapítottuk ennek a 20%-át (1. ábra, felső panel, felső vízszintes szaggatott vonal), az az időpont pedig, ahol ezt az értéket a sebességfüggvény felveszi, jelölte a plató onszetjét (alsó panel, első függőleges vonal), míg az offszetet a mássalhangzó „vége” felé mért negatív csúcsához képesti 20% adta (itt a határértéket a felső panelen az alsó vízszintes szaggatott vonal, míg a plató offszetjét az alsó panel második függőleges vonala mutatja). Míg a mássalhangzós artikulációs gesztushoz tartozó pozitív és negatív sebességcsúcsokat magában foglaló körülbelüli tartományt manuálisan azonosítottuk minden vizsgált mássalhangzó esetében, a sebességcsúcsok, az ennek alapján számolt határértékeknek és a hozzájuk

tartozó időpillanatoknak (azaz a platóonszetnek és platóoffszetnek) az azonosítását automatikusan végeztük.

Vizsgálatunkban a következő paramétereket mértük és elemeztük:

- a **célmássalhangzó időtartama** (C_1) (az akusztikai jel alapján),
- a célmássalhangzót **megelőző magánhangzó** (V_1) **időtartama** (az akusztikai jel alapján),
- a teljes **mássalhangzó-kapcsolat** (C_1C_1 , $C_1C_1C_2$, C_1C_2) **időtartama** (az akusztikai jel alapján),
- a célmássalhangzó (C_1) a zárat létrehozó artikulációs gesztusához tartozó **platójának időtartama** a plató offszetjének és onszetjének különbségeként kalkulálva (vö. Brunner et al. 2014) (az artikulációs jelek alapján),
- a célmássalhangzó (C_1) és a követő mássalhangzó (C_2) **gesztusplatójának átfedése**, a követő mássalhangzó platójának onszetje és a célmássalhangzó platójának offszetje közti különbségként számolva (vö. Brunner et al. 2014) (az artikulációs jelek alapján), és
- a **nyelvemelkedés időtartama** a célmássalhangzót (C_1) megelőző magánhangzó (V_1) kezdetétől (az akusztikai jel alapján) a célmássalhangzó gesztusplatójának onszetjéig (az artikulációs jelek alapján; csak az alveoláris mássalhangzókra), mely mérőszám közvetetten a Fujimoto és munkatársai (2015) által megállapított paraméterrel is összevethető.

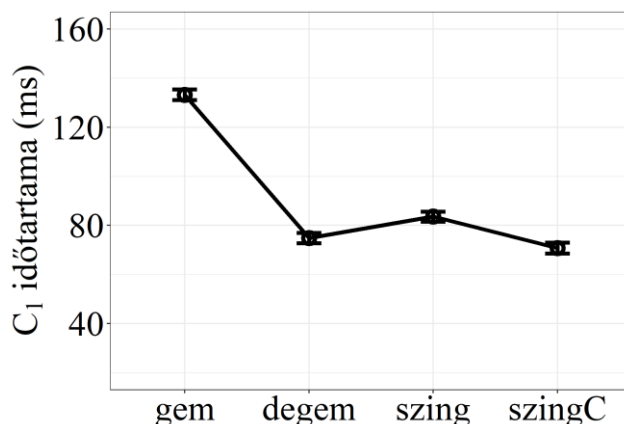
A V_1 magánhangzó-időtartam és a C_1 célmássalhangzó-időtartam, valamint a magánhangzó-időtartam és a nyelvemelkedés összefüggését Pearson-féle korrelációelemzéssel, minden további függő változót lineáris kevert modellekkel elemeztünk az R programban (R Core Team 2018), az utóbbi modellezést az lme4 csomag (Bates et al. 2015) segítségével (függő változónként egy-egy modellt állítottunk); a p -értékeket Satterthwaite-approximáció segítségével nyertük, amely az lmerTest csomagban (Kuznetsova et al. 2017) elérhető. Minden modellben a beszélőt adtuk meg random hatásként (intercept), fix hatásként pedig a *kondíció* változót (gem/degem/szing/szingC). A post hoc elemzéseket (Tukey-féle post hoc teszt) az lsmeans csomagban elérhető függvényekkel végeztük (Lenth 2016). Az adatok ábrázolásakor az átlagértékekhez tartozóan az ismételt méréses dizájn figyelembevételével korrigált konfidenciaintervallumot jelenítettük meg (mely kalkulál a beszélők közötti varianciával, lásd Morey 2008).

Eredmények

A C_1 célmássalhangzóknak az akusztikai jel alapján meghatározott időtartamadatait a 2. ábra szemlélteti. Az adatok részben egybevágnak a korábbi kísérletekben találtakkal, ezek alapján ugyanis az állapítható meg,

hogy a gemináta (gem) mássalhangzók időtartama a rövideknek (szing) átlagosan 165%-a volt a vizsgált tíz beszélő ejtésében. Ugyanakkor egyúttal azt is megfigyelhetjük, hogy a jelen kísérletben rögzített rövidülő mássalhangzók (degem) időtartama rövidebb, mint a kísérletben szereplő intervokális szingletonoké, a degeminálódó hosszú mássalhangzók össziđtartama esetében ugyanis átlagosan a rövidek 88%-át mértük. Ez a tendencia egybevág a Siptár és Gráczi (2014) munkájában találtakkal, de eltér a Pycha (2010) által dokumentáltaktól (ahol a degeminálódó mássalhangzó 10%-kal hosszabb volt, mint rövid megfelelője). A mássalhangzók össziđtartamát tekintve a rövidülő gemináták nem az intervokális szingletonokhoz, hanem inkább a kéttagú mássalhangzó-kapcsolatokban (szingC) előforduló szingletonokhoz hasonlítottak.

A kevert modell szerint a fenti különbségek statisztikai szempontból is jelentősnek tekinthetők: a célmássalhangzó időtartamán a *kondíció* faktor szignifikáns hatása volt kimutatható ($F(3, 1428) = 943,60, p < 0,001$), a post hoc teszt szerint pedig a *kondíció* változó minden szintje eltért minden további szinttől ($p < 0,05$).

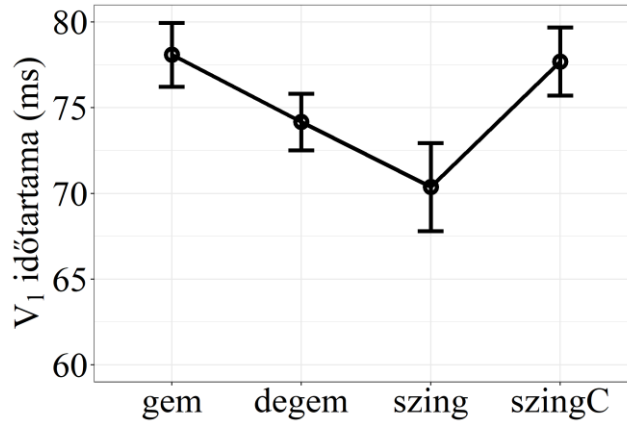


2. ábra: A C₁ célmássalhangzók időtartama az akusztikai jel alapján (átlag ± 95% konfidenciaintervallum)

A célmássalhangzót megelőző magánhangzók időtartama a mi adatainkban is azt a már korábban a japánban is megfigyelt tendenciát mutatta, mely szerint a mássalhangzó-hosszúságot fonológiai kontrasztként használó nyelvekben, úgy látszik, a gemináták (gem) előtti magánhangzók hosszabban realizálódnak, mint a szingletonok (szing) előttiéik (3. ábra).

Ugyanakkor a mi adatainkból az is kitűnik, hogy a V₁ magánhangzók időtartama a szingletonokból álló kéttagú kapcsolatok (szingC) előtt is hasonlóan hosszú volt, mint a gemináták előtt, miközben a degeminálódó

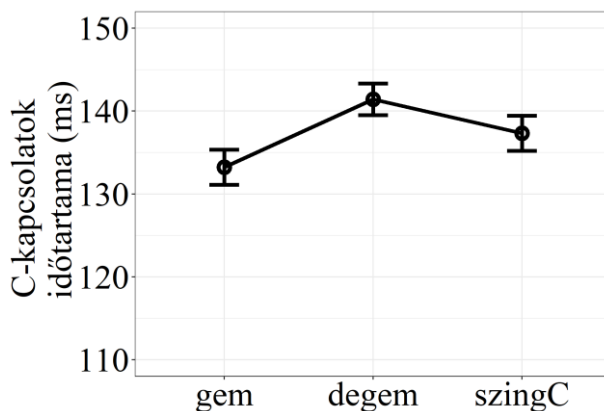
mássalhangzók előtti magánhangzók (degem) a szingletonok és gemináták/szingletonkapcsolatok előtt állók időtartamértékeihez képest köztes értékeket vettek fel.



3. ábra: A célmássalhangzót megelőző V_1 magánhangzók időtartama az akusztikai jel alapján (átlag \pm 95% konfidenciaintervallum)

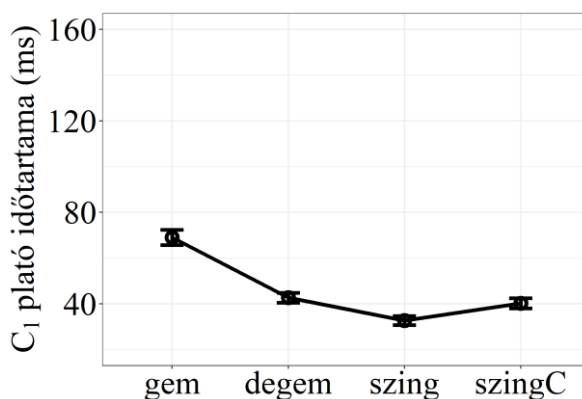
A kevert modell szerint a célmássalhangzót megelőző magánhangzó időtartamára a *kondíció* faktor szignifikáns hatással volt ($F(3, 1428) = 15,84$, $p < 0,001$), a post hoc tesztek pedig megerősítették a fent észrevételezett összefüggéseket, ugyanis egy kivétellel minden páros összehasonlításra szignifikáns ($p < 0,05$) eltérést mutattak. Ez a kivétel – nem váratlan módon – a gemináta előtt és a kéttagú szingletonkapcsolat előtt álló magánhangzókra vonatkozott, melyek tehát a statisztikai próba szerint sem különböztek számottevően. A megelőző magánhangzó és a célmássalhangzó időtartama a Pearson-próba szerint általánosságban gyenge pozitív korrelációt, tehát a mássalhangzó és a megelőző magánhangzó időtartama között gyakran tapasztalt reciprok viszony helyett valóban egyenes arányosságot mutatott ($r = 0,12$, $p < 0,05$), ahogyan azt a japánra kapott adatokban is találták korábban.

A teljes mássalhangzó-kapcsolat időtartama a C_1C_1 (gem), a $C_1C_1C_2$ (degem), és a C_1C_2 (szingC) kapcsolatok vonatkozásában szintén mutatott *kondíció* hatást ($F(2, 1065) = 20,48$, $p < 0,001$), és a post hoc összevetések szerint a teljes mássalhangzó-kapcsolat időtartamát tekintve mindhárom csoport eltért egymástól ($p < 0,01$) (4. ábra). Ezen túlmenően érdemes itt azt is kiemelnünk, hogy a jelen adatok szerint a gemináták szignifikánsan rövidebbek voltak, mint a geminátával azonos minőségű mássalhangzóval kezdődő kéttagú szingletonkapcsolatok.



4. ábra: A mássalhangzó-kapcsolatok teljes időtartama az akusztikai jel alapján (átlag \pm 95% konfidenciaintervallum)

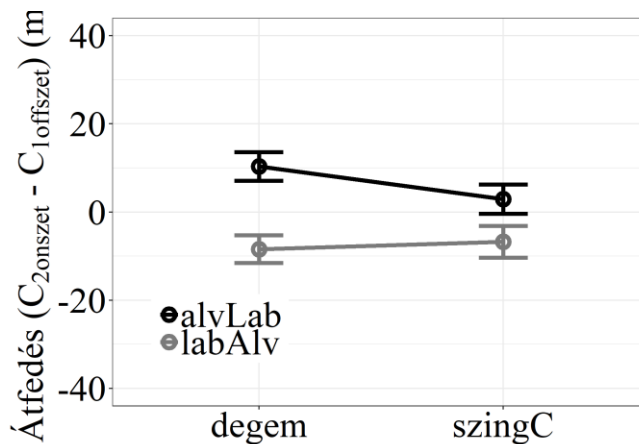
Az artikulációs gesztus platójának (azaz a zárképzés artikulációs vetületének) az időtartama (5. ábra) a teljes mássalhangzó-időtartamokhoz hasonlóan alakult: a plató időtartama a C_1C_1 gemináták (gem) ejtésekor volt a leghosszabb, amit a rövidülő hosszú $C_1C_1C_2$ mássalhangzó (degem) és a rövid, kapcsolatban álló C_1C_2 mássalhangzó (szingC) hasonlóan rövidebb időtartama követett. A teljes időtartamra kapott akusztikai adatokkal ellentétben azonban itt a legkisebb értékeket az intervokális szingletonoknál (szing) mértük. Pycha (2009) akusztikai eredményeihez bizonyos tekintetben hasonlóan a zárképzést jelző plató időtartama a gemináták esetében a szingletonokhoz képest több mint kétszeres, egészen pontosan 233% volt, míg a rövidülő gemináták esetében szintén a szingletonokhoz viszonyítva 133%.



5. ábra: A C_1 célmássalhangzó gesztusplatójának időtartama az artikulációs adatok alapján (átlag \pm 95% konfidenciaintervallum)

A statisztikai próba itt is szignifikáns *kondíció* hatást mutatott ($F(3, 1411) = 211,36, p < 0,001$), a páros összevetésekben pedig a $C_1C_1C_2$ (degem) és C_1C_2 (szingC) csoportok kivételével minden pár között szignifikáns eltérést találtunk ($p < 0,001$). Ez azt jelenti, hogy a rövidülő gemináta és a kapcsolatban álló szingleton zárképzésének időtartama egymáshoz nagyon hasonlóan alakult, ám ezeknél a szingletonban tapasztalt zár időtartama jóval rövidebb volt.

A két eltérő minőségű mássalhangzót tartalmazó $C_1C_1C_2$ és C_1C_2 kapcsolatok zárgesztusainak átfedését a 6. ábrán mutatjuk be. Az ábrán a nullánál nagyobb értékek azt jelzik, hogy a szomszédos mássalhangzókhoz tartozó platók nem fednek át egymással, a nulla közeli értékek azt jelölik, ha az első mássalhangzó platója (zárképzése) nagyjából a második mássalhangzó platójának (zárképzésének) kezdetével ért véget, míg a nullánál kisebb értékek átfedésre utalnak (úgy, hogy minél nagyobb az átfedés, annál kisebb az y értéke).

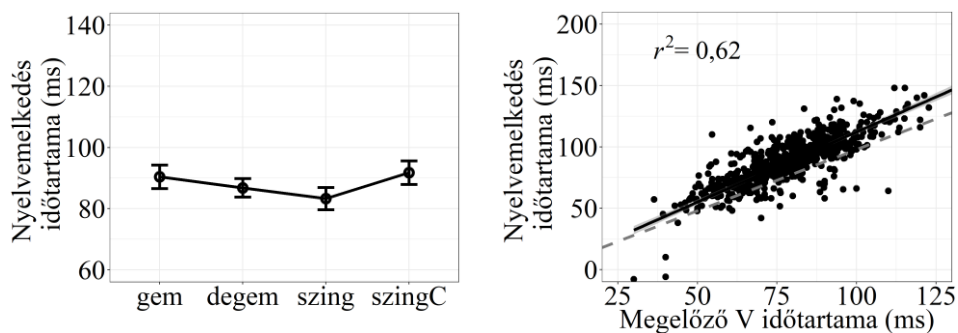


6. ábra: A C_1 célmássalhangzó és a C_2 követő mássalhangzó gesztusplatójának átfedése a $C_1C_1C_2$ (degem) és C_1C_2 (szingC) kontextusokban a mássalhangzók képzési helye szerinti bontásban (átlag \pm 95% konfidenciaintervallum)

Amint azt a módszertanban jeleztük, a gesztusátfedés elemzésében az adatokat képzési hely szerinti bontásban elemeztük, és a képzéshely-sorrendet a statisztikai modellbe is felvettük prediktorként, hiszen a $C_{\text{bilabiális}}C_{\text{alveoláris}}$ hangsorok esetében nagyobb átfedést (kisebb y értékeket) várunk, mint a $C_{\text{alveoláris}}C_{\text{bilabiális}}$ hangsorok esetében. Amint az az adatokat szemléltető 6. ábrán is jól látható, ez a várakozásunk megerősítést nyert, és noha csak részben, de az említett összefüggést a *kondíció* és a *képzéshely* faktorokat tartalmazó modell is alátámasztotta, mely szignifikáns interakciós hatást fedett fel a prediktorok között ($F(1, 705) = 8,55, p < 0,05$). Az

interakció ebben az esetben ugyanis azt jelentette, hogy a *képzéshely* főhatást mutatott ugyan, de ez a főhatás eltérően érvényesült a két kondícióban a következőképpen. Míg a $C_{\text{labiális}}C_{\text{alveoláris}}$ (azaz /pt/ és /ppt/) kapcsolatokban megközelítőleg ugyanazokat a meglehetősen magas átfedésértékeket találtuk a platók között kondíciótól függetlenül, addig a $C_{\text{alveoláris}}C_{\text{labiális}}$ kapcsolatokban nem volt átfedés a platók között, de úgy, hogy több idő telt el a degeminálódó gemináták és az azokat követő heterorgán mássalhangzók platóoffszetjei és platóonszetjei között, mint a szingC-ben szereplő heterorganikus mássalhangzók esetében. Ez azt jelenti, hogy a geminátát tartalmazó /tpt/ kapcsolatokban késleltetett volt a /p/ zárképzése a /tp/ kapcsolathoz képest (és a post hoc teszt szerint ez a különbség szignifikáns, $p < 0,05$).

Végezetül a nyelvemelkedés időzítését elemeztük a C_1 célmássalhangzót megelőző magánhangzó kezdetétől a célmássalhangzó platójának onszetjéig tartó időtartamként az alveoláris mássalhangzókban (7. ábra, bal oldal), valamint ennek a paraméternek és a megelőző magánhangzó időtartamának az összefüggését (7. ábra, jobb oldal).



7. ábra: A nyelvemelkedés időtartama a célmássalhangzót (C_1) megelőző magánhangzó (V_1) kezdetétől (az akusztikai jel alapján) a célmássalhangzó gesztusplatójának onszetjéig (az artikulációs jel alapján) az alveolárisokban (átlag \pm 95% konfidenciaintervallum) (bal oldal), valamint a nyelvemelkedés időtartama és a megelőző magánhangzó közti korreláció (jobb oldal)

Annak a Fujimoto és munkatársai (2015) által megfogalmazott feltételezésnek az ellenőrzésére, mely szerint a célmássalhangzót megelőző magánhangzó időtartamtöbblete a gemináták (és a jelen adatok szerint a C_1C_2 kapcsolatok) előtt (vö. 3. ábra) nem annak a következménye, hogy a geminátákban lassabb a zárképzésre irányuló nyelvemelkedés a szingletonokhoz képest, hanem valamely egyéb tényezőre lenne visszavezethető, korrelációelemzést végeztünk a V_1 -időtartamok és a nyelvemelkedés-adatok között. Fujimoto és munkatársai (2015) feltételezését cáfolva azonban a statisztikai próba szignifikáns erős pozitív korrelációt mutatott a kérdéses paraméterek között (Pearson-féle $r = 0,78$, $p < 0,001$), azaz a jelen adatok azt

erősítették meg, hogy a gemináták és a kéttagú kapcsolatok előtti hosszabb magánhangzó-megvalósulások a követő mássalhangzóban tapasztalható lassabb nyelvemelkedés (avagy zárkialakítás) „melléktermékeként” értelmezhetők.

Következtetések

Az itt bemutatott vizsgálatban magyar felpattanó szingleton, gemináta és degeminálódó hosszú zárhangok akusztikai és artikulációs tulajdonságait vizsgáltuk. A kísérlettel elsősorban a következő kérdésekre kerestük a választ. 1. A degemináció folyamata teljesen neutralizálja-e a hosszú-rövid mássalhangzókontrasztot a beszéd akusztikai és artikulációs vetületében? 2. A magyar geminátákban is megfigyelhető a lassabb nyelvemelkedés az artikulációs gesztus csúcsának/a zárnak mint artikulációs célnak az elérésében, illetve a geminátákat megelőző magánhangzók időtartamtöbblete (szemben a szingletonokkal és rövidülő geminátákkal)? És vajon ezek valóban függetlenek-e egymástól? 3. Más eltérések is mutatkoznak-e a szingleton és rövidülő gemináta artikulációs szerveződésében? Kimutatható-e különbség például a C_1C_2 kapcsolatokban megvalósuló rövid mássalhangzók és a $C_1C_1C_2$ degemináló pozícióban megvalósuló „hosszú” mássalhangzók létrehozásához szükséges artikulációs gesztus és a követő heterorganikus mássalhangzó létrehozásához szükséges artikulációs gesztus átfedésében?

Az akusztikum alapján azonosított mássalhangzó-időtartamok, valamint az artikulációs jelben azonosított gesztusplatók (azaz lényegében a zárképzés) időtartamai egyöntetűen azt mutatták, hogy a degemináció folyamata nem a megfelelő intervokális szingleton időtartamára redukálja a rövidülő gemináta mássalhangzókat, hanem sokkal inkább azokhoz a szingletonokhoz teszi őket hasonlóvá, amelyek a degeminációs pozícióhoz hasonlóan jobbról egy heterorgán mássalhangzóval szegélyezettek, azaz kéttagú kapcsolatok tagjai. Az artikulációs adatok továbbá azt is felfedték, hogy a rövidülő gemináták és a két rövid mássalhangzóból álló kapcsolatok az említett időtartamparaméterek tekintetében egy, a szingletonok és a gemináták közti átmeneti kategóriát képeznek. A zárképzés artikulációs korrelátumaként értelmezett artikulációs gesztus-platók átfedése a hangkapcsolatokban ezeken túlmenően azt is megmutatta, hogy a rövidülő gemináták és a szingletonkapcsolatok csak a lingvális-labiális képzéshelyi sorrend esetén térnek el időzítésüket tekintve (azaz a /tp/ gesztusok időzítése nem volt azonos a /tpp/ gesztusokéval, mégpedig olyan módon, hogy a /tpp/-ben megjelenő gesztus-platók közti késleltetés nagyobb volt, mint a /tp/ esetében). A labiális-lingvális (azaz a /pt/ és /ppt/) kapcsolat gesztusidőzítése ezzel szemben nagyon hasonló volt, és átfedést mutatott a platók között. Ezt úgy értelmezhetjük, hogy a gemináták rövidülésének, azaz a degeminációnak a

folyamata a szomszédos mássalhangzók képzési helyének függvényében rövidíti a hosszú mássalhangzókat kapcsolatbeli rövid mássalhangzókká – „hatékonyabban” a „könnyebb” ejtésű, eleve nagyobb artikulációs átfedést mutató /tʰp/, és kevésbé hatékonyan a „nehezebben” ejthető /pʰt/ esetében.

Adataink megerősítették azt a korábban a japán nyelvre leírt tendenciát, mely szerint a gemináták előtti magánhangzók nem rövidebbek, hanem hosszabbak, mint a szingletonok előttié (Fujimoto et al. 2015), és megtoldották ezt a megfigyelést azzal, hogy hasonló tendenciát fedtek fel a két szingletonból álló kapcsolat és a szingletonok viszonylatában. Mi több, a jelen kísérletben azt is megfigyelhettük, hogy a gemináták és a két szingletonból álló kapcsolatok a nyelvemelkedés sebességében is együtt mozogtak, és egyöntetűen lassabb nyelvmozgást mutattak, mint például amilyen a szingletonoknál volt tapasztalható. Mindez arra utal, hogy ha az időtartamuk tekintetében nem is tekinthetők ekvivalensnek a gemináták és a két szingletonból álló kapcsolatok, fonetikai megvalósításuk bizonyos tekintetben mégiscsak mutat hasonlóságokat. Végezetül adataink cáfolták Fujimoto és munkatársainak (2015) abbéli hipotézisét, hogy a gemináták – és jelen adatok szerint a kéttagú kapcsolatok – előtt megnövekedő magánhangzó-időtartamok a nyelv lassabb emelkedésétől független tényezőkre volnának visszavezethetők. A jelen vizsgálatban elemzett tíz beszélő adatai ugyanis egyértelműen azt mutatták, hogy a megelőző magánhangzó és a zárkialakításra irányuló mássalhangzós gesztus nagyon szoros egyenes arányosságban áll egymással, tehát sokkal valószínűbb, hogy a magánhangzó-időtartamokat a mássalhangzós nyelvgesztus, és nem további tényezők növelik meg a gemináták és a kéttagú kapcsolatok előtt.

Irodalom

- Bates, D. – Mächler, M. – Bolker, B. M. – Walker, S. C. 2015. Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software* 67. 1–48.
- Boersma, P. – Weenink, D. 2014. *Praat: doing phonetics by computer* [Computer program]. Version 5.4.02. <http://www.praat.org/>. (A letöltés ideje: 2014. december 15.)
- Brunner, J. – Geng, C. – Sotiropoulou, S. – Gafos, A. 2014. Timing of German onset and word boundary clusters. *Laboratory Phonology* 5. 403–454.
- Deme, A. – Greisbach, R. – Markó, A. – Meier, M. – Bartók, M. – Jankovics, J. – Weidl, Zs. 2016. Tongue and jaw movements in high-pitched soprano singing: A case study. *Beszédkutatás* 2016. 121–138.
- Fujimoto, M. – Funatsu, S. – Hoole, P. 2015. Articulation of single and geminate consonants and its relation to the duration of the preceding vowel in Japanese. In: *The Scottish Consortium for ICPhS 2015* (ed.)

- Proceedings of the 18th International Congress of Phonetic Sciences.* University of Glasgow, Glasgow, UK.
<https://www.internationalphoneticassociation.org/icphs-proceedings/ICPhS2015/Papers/ICPHS0070.pdf>. (A letöltés ideje: 2017. december 15.)
- Gósy M. – Bóna J. 2014. Magánhangzók ejtése fiatalok és idősek spontán beszédében. *Magyar Nyelv* 110. 129–143.
- Halácsy P. – Kornai A. – Németh L. – Rung A. – Szakadát I. – Trón V. 2003. A szószablya projekt. In: Alexin Z. – Csendes D. (szerk.) *I. Magyar Számítógépes Nyelvészeti Konferencia előadásai (MSZNY 2003)*. 299. http://eprints.sztaki.hu/7886/1/Kornai_1773394_ny.pdf
- Kuznetsova, A. – Brockhoff, P. B. – Christensen, R. H. B. 2017. lmerTest package: Tests in linear mixed effects models. *Journal of Statistical Software* 82. 1–26.
- Lenth, R. V. 2016. Least-squares means: the R package lsmeans. *Journal of Statistical Software* 69. 1–33.
- Löfqvist, A. 2007. Tongue movement kinematics in long and short Japanese consonants. *Journal of the Acoustical Society of America* 122(1). 512–518.
- Morey, R. D. 2008. Confidence intervals from normalized data: A correction to Cousineau (2005). *Tutorial in Quantitative Methods for Psychology* 4(2). 61–64.
- Neuberger, T. 2015. Durational correlates of singleton-geminate contrast in Hungarian voiceless stops. In: The Scottish Consortium for ICPhS 2015 (ed.) *Proceedings of the 18th International Congress of Phonetic Sciences.* University of Glasgow, Glasgow, UK.
<https://www.internationalphoneticassociation.org/icphs-proceedings/ICPhS2015/Papers/ICPHS0422.pdf>. (A letöltés ideje: 2017. december 15.)
- Olaszy G. 2006. *Hangidőtartamok és időszerkezeti elemek a magyar beszédben.* Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Pycha, A. 2009. Lengthened affricates as a test case for the phonetics-phonology interface. *Journal of International Phonetic Association* 39. 1–31.
- Pycha, A. 2010. A test case for the phonetics-phonology interface: gemination restrictions in Hungarian. *Phonology* 27. 119–152.
- R Core Team 2018. *R: A language and environment for statistical computing.* R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.
- Recasens, D. 2018. *The production of consonant clusters. Implications for phonology and sound change.* Phonology and Phonetics Series. De Gruyter Mouton, Berlin–New York.
- Reichel, U. D. 2012. PerMA and Balloon: Tools for string alignment and text

- processing. *Interspeech, 13th Annual Conference of the International Speech Communication Association*, Paper no. 346.
- Ridouane, R. 2007. Gemination in Tashlhiyt Berber: an acoustic and articulatory study. *Journal of International Phonetic Association* 37. 119–142.
- Schiel, F. 1999. Automatic phonetic transcription of nonprompted speech. In: Ohala, J. J. – Hasegawa, Y. – Ohala, M. – Granville, D. – Bailey, A. C. (eds.) *Proceedings of the 14th International Congress of Phonetic Sciences*. San Francisco, 607–610.
- Siptár, P. – Grácz, T. E. 2014. Degemination in Hungarian: Phonology or phonetics? *Acta Linguistica Hungarica* 61. 443–471.
- Siptár, P. – Törkenczy, M. 2000/2007. *The phonology of Hungarian*. Oxford University Press, New York.
- Winkelmann, R. – Jaensch, K. – Cassidy, S. – Harrington, J. 2018. *emuR: Main Package of the EMU Speech Database Management SystemR*, package version 1.1.1.

Köszönetnyilvánítás

Köszönjük Weidl Zsófiának a nyelvi anyag összeállításában, valamint a kísérletek felvételében nyújtott segítségét, Puzder Zsófiának a kísérletek felvételében nyújtott segítségét, Krepsz Valériának az anyag címkézésében nyújtott segítségét, továbbá a Kölni Egyetem Fonetikai Intézetének (IfL Phonetik, Universität zu Köln), illetve Doris Mückének, Anne Hermesnek és Theodor Klinkernek az adatfeldolgozáshoz használt konverter rendelkezésünkre bocsátását.

Articulatory organization of geminates in Hungarian

It is traditionally assumed that geminates undergo degemination when being flanked by another consonant in Hungarian. As in Hungarian duration is considered to be the main acoustic cue to the singleton-geminate opposition, it appears valid to study the phonetic implementation of this process in the acoustic domain. However, previous acoustic analyses lead to inconclusive results on the status of the “degeminated” consonant, while articulatory data on Japanese singletons and geminates imply that it is revealing to study degemination on the level of gestural timing. The present study compared gestural organization of geminates, degeminated and singleton consonants in heterorganic C-clusters, and in intervocalic positions. We obtained EMA data from 10 female speakers of Hungarian (aged 27.7 ys). Consonant durations, plateau durations and tongue rise data showed that degemination does not

yield realizations equivalent to intervocalic singletons, and geminates and singletons in clusters showed equally slower tongue rise than that observed in intervocalic singletons.