

A koartikulációs ellenállás és agresszió hangsúlyos helyzetű magánhangzókban: artikulációs és akusztikai adatok¹

Deme Andrea,^{1,4} Bartók Márton,⁴ Gráczy Tekla Etelka,^{2,4}
Csapó Tamás Gábor,^{3,4} Juhász Kornélia,^{1,2,4} Markó Alexandra⁴

¹Eötvös Loránd Tudományegyetem, Alkalmazott Nyelvészeti és Fonetikai Tanszék
²Nyelvtudományi Kutatóközpont

³Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem,
Távközlési és Médiainformatikai Tanszék

⁴MTA–ELTE Lendület Lingvális Artikuláció Kutatócsoport

Vowels interact in running speech even across an intervening consonant; this is termed vowel-to-vowel coarticulation. Prosodic prominence is claimed to bring about segmental strengthening that leads to increased coarticulatory resistance and aggression: vowels in accented syllables are assumed to resist coarticulatory effects more efficiently, and to exert a stronger influence on their neighbour. Previous results (mainly for English and for acoustics or articulation, but not for both) are inconclusive: they show increased resistance, but they vary regarding their findings for aggression. For Hungarian, previous studies showed increased resistance in real words both in acoustics and articulation. In the present study, we tested if pitch-accent increases coarticulatory resistance and aggression in Hungarian vowels in nonsense words, and analysed simultaneously recorded acoustic and articulatory data. We did not find increased resistance or aggression in any of the domains of production, and in any of the measures we tested. Results are explained by differences in methods and language specific effects in vowel-to-vowel coarticulation.

¹ Köszönjük az adatfelvételben és -feldolgozásban nyújtott technikai segítséget Buza Ákosnak, Krepsz Valériának, Mrázik Istvánnak, Puzder Zsófiának, Weidl Zsófiának, valamint Anne Hermes-nek, Doris Mückének és Theo Klinkernek. A tanulmány a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj szakmai támogatásával (D. A., Cs. T. G.), az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-21-3 (J. K.) és ÚNKP-21-5 (D. A., Cs. T. G.) kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával, valamint az Innovációs és Technológiai Minisztérium Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával (ELTE TKP2020-IKA-06 sz. támogatói okirat) készült.

Keywords: vowel-to-vowel coarticulation, segmental variation, pitch-accent, coarticulatory aggression, coarticulatory resistance, articulation

Kulcsszavak: magánhangzók közötti koartikuláció, változatosság, hangsúly, koartikulációs agresszió, koartikulációs ellenállás, artikuláció

1. Bevezetés

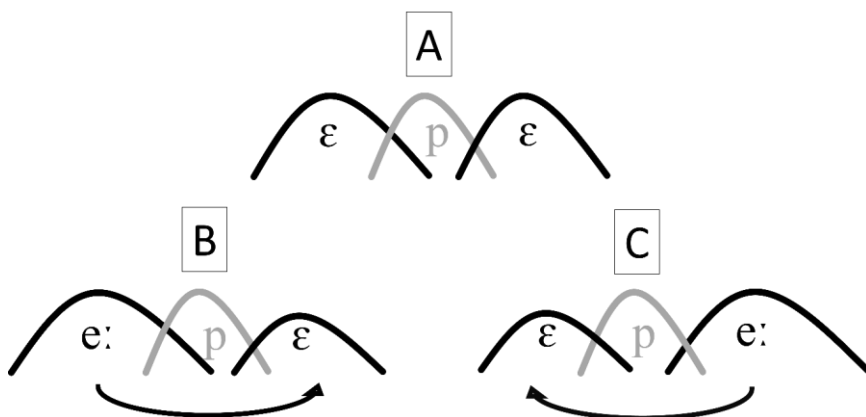
A beszédtudományokban közhelynek számít az a megállapítás, mely szerint a beszédhangok a folyamatos beszédben nagymértékű változatosságot mutatnak, hiszen a fonetikai helyzettől, kontextustól függően sosem valósulnak meg ugyanúgy: egyes feltételezések szerint másként ejtjük a szegmentumokat például rövidebb és hosszabb szavakban (pl. Lehiste 1972; Krepesz 2015), hangsúlyos és hangsúlytalan szótagokban (pl. de Jong 1995; Cho 2004), illetve különféle beszédhangok szomszédságában. Ez utóbbi jelenséget nevezzük koartikulációnak, mely Farnetani és Recasens (2010) definíciója szerint az egymás után következő beszédhangok létrehozásához szükséges artikulációs mozdulatok átfedése és kölcsönhatása. Az átfedés és kölcsönhatás azt jelenti, hogy a hangsorban lévő beszédhangok ejtése befolyásolja egymást, ráadásul ez a befolyásoló hatás nem csak az egymással szomszédos beszédhangokban érvényesül. A jelen tanulmány tárgya egy olyan különleges koartikulációs kölcsönhatás, amely két magánhangzó között egy köztes mássalhangzón átívelően jelentkezik. Ez a magánhangzók közötti koartikuláció.

1.1. A magánhangzók közötti koartikuláció

Elsőként Öhman (1966) számolt be arról svéd, amerikai angol és orosz beszélők beszédhangjainak akusztikai elemzése nyomán, hogy a vizsgált hangsorokban a magánhangzók ejtését nemcsak a szomszédos mássalhangzó, hanem a mássalhangzón túli magánhangzó ejtése is befolyásolja.

A magánhangzók közötti koartikuláció lehetséges eseteit szemlélteti az 1. ábra, ahol VCV szerkezetű hangsorokban figyelhető meg a magánhangzók egymásra hatása. Az ábrán az egyes beszédhangok megvalósítását ívek mutatják, amelyek a beszédhangok létrehozásához szükséges artikulációs gesztusokat (vö. Farnetani – Recasens 2010), ezek felépülését, tetőzését és lecsengését reprezentálják. A koartikuláció szempontjából semleges vagy neutrális eset látható az A jelű képszeleten; ezt nem koartikuláló vagy neutrális kontextusnak is nevezzük. Ha a neutrális kontextusban a célhangnak, azaz a koartikulációs hatást elszenvedő beszédhangnak a hangsor záró magánhangzóját tekintjük, akkor azt mond-

hatjuk, hogy ennek megvalósítását a transzkonzonantális magánhangzó minden bizonnyal nem módosítja, hiszen a célmagánhangzó és a *trigger* vagy indukáló magánhangzó (a hangsor első magánhangzója), amely a koartikulációs hatást kiváltja, egyezik minőségében ($V_1 = V_2$). Ráadásul elméletileg a két magánhangzó közötti mássalhangzó ejtése sem hat a hangsorzáró magánhangzóéra, hiszen a /p/ két ajakkal képzett beszédhang, melynek ejtése közben a nyelvtest elméletileg bárhol lehet a szájüregben, tehát a két /ε/ megvalósítása között nem is szükségszerű, hogy elmozduljon. Így az A jelű képrészletben végeredményben egy olyan helyzetet látunk, amelyben a hangsorzáró /ε/ ejtése – egy folyamatos beszédbeli megvalósuláshoz mérten – a legközelebb eshet az /ε/-nek az önálló, izolált ejtésben tapasztalható megvalósulásához.



1. ábra: A magánhangzók közötti koartikuláció:

- A – neutrális helyzet (nincs magánhangzók közötti koartikuláció),
- B – előrefelé ható vagy progresszív (*carryover*) magánhangzók közötti koartikuláció,
- C – hátrafelé ható vagy regresszív (*anticipatory*) magánhangzók közötti koartikuláció

A B jelű képrészletben ehhez képest egy koartikuláló kontextust látunk ($V_1 \neq V_2$): ha ismét a záró /ε/ magánhangzóra tekintünk célhangként, azt feltételezhetjük, hogy ennek az ejtése eltér az A jelűben látottól, mégpedig úgy (és ezt szemlélteti az alacsonyabb tetőponttal rendelkező ív), hogy az /ε/ realizációja az A jelű képrészletben látottnál kisebb mérték-

ben közelíti meg a beszédhang idealisztikus, célkonfigurációnak tekintett állapotát, hiszen a tőle eltérő minőségű /e:/ „elhúzza” – ebben a konkrét példában feltehetően zártabbá teszi – az /ɛ/ megvalósulását. Ebből az is következik, hogy az eltérő minőségű transzkonzonantális magánhangzók eltérően hatnak a célhangra, azaz minőségükben különböző /ɛ/-megvalósulásokat eredményeznek, így hozva létre a beszédhangnak az ún. koartikulációs változatosságát. A magánhangzó koartikulációs változatossága tehát végeredményben a különböző kontextusokban (másként: a kontextusok között) megfigyelhető megvalósulások összessége (beleértve ebbe a neutrális helyzetű magánhangzót is), amelyek a beszédhang produkciós tartományát képezik. Ennek a ténynek a jelen vizsgálat módszertanát illetően lesz szerepe: a megvalósulásoknak a kontextusok közötti szóródása, azaz a magánhangzó produkciós tartománya ugyanis jóval kevésbé elemzett aspektusa a koartikulációs változatosságnak, de a jelen vizsgálatban a hagyományosabb elemzési módok mellett erre is vállalkozunk. Visszatérve az 1. ábra *B* jelű példájához: mivel itt az indukáló vagy trigger magánhangzó megelőzi a célmagánhangzót, előre felé ható, progresszív (idegen szóval *carryover* ’előre mutató’) koartikulációról beszélhetünk (Sharf – Ohde 1981; Farnetani – Recasens 2010).

Végül az 1. ábra *C* jelű képszeletében azt szemléltetjük, hogy ha az /ɛ/ *target* a hangsor elején van, és az erre koartikulációs hatást kifejtő, ettől eltérő minőségű magánhangzó a hangsor végén ($V_1 \neq V_2$), ugyancsak feltételezünk koartikulációs hatást, mely ez esetben visszafelé, a hangsor eleje felé hat: ezt nevezzük visszafelé, regresszív ható (idegen szóval *anticipatory* ’anticipációs, megelőlegező’) koartikulációnak (pl. Sharf – Ohde 1981; Farnetani – Recasens 2010).

Értelemszerűen valójában mind a *B*, mind a *C* esetben kölcsönös a magánhangzók egymásra hatása, tehát például a *B* esetben nemcsak az /e:/ hat az /ɛ/-re, hanem fordítva is. Azt a koartikulációs hatást, ami az egyetlen hangsorban elhelyezkedő hangsorok kölcsönös egymásra hatása, és amely az egymás után álló beszédhangok közötti hangszínbeli vagy artikulációs különbségében ragadható meg, szintagmatikus koartikulációs hatásnak (Cho 2004) hívjuk. A jelen tanulmány azonban kifejezetten csak a paradigmatiszós koartikulációs hatásokra (Cho 2004) fókuszál, azaz arra, hogy az elméletileg azonos minőségű beszédhangok miként térnek el a különböző kontextusok között: a fenti példával élve a jelen tanulmányban azzal foglalkozunk, hogy az /e:pe/ és /ɛpe/ hangsorok záró [ɛ] magánhangzóit másmilyenek-e valamely szempont szerint. A to-

vábbiakban tárgyaltakat csak az ezzel a típusú koartikulációs hatással összefüggésben értjük.

A magánhangzók közti koartikuláció jelenségére Öhman (1966) értelmezése szerint az ad magyarázatot, hogy a magánhangzók ejtése elsősorban a nyelvtest pozíciójával van összefüggésben, és a hangsorok ejtése lényegében leképezhető egy-egy olyan motoros tervként, amelyben az egyes magánhangzók mint artikulációs célok kijelölik a nyelv helyzetét, és erre rakódnak (szuperponálódnak) a közbeeső mássalhangzók artikulációs céljai (amennyiben vannak ilyenek). A magánhangzók közötti lingvális koartikuláció ilyen tekintetben tehát alapvető jelentőségű a folyamatos beszéd létrehozásában (Farnetani 1990). Öhman (1966) úttörő munkája óta számos vizsgálat irányult a magánhangzók közötti koartikulációra, melyek többnyire replikálták az eredeti eredményeket, és újabb bizonyítékokkal is alátámasztották a hatást, valamint teret adtak a magánhangzók változatosságát befolyásoló tényezők elemzésének (pl. Fowler 1981; Magen 1997; Fowler – Brancazio 2000; Cho 2004; Cole et al. 2010; Mok 2011, 2013).

A beszédhangok nem mind egyforma mértékben és nem minden fonetikai pozícióban azonos mértékben módosulnak a koartikuláció hatására. Azt, hogy egy magánhangzó mekkora mértékben idomul minőségében a koartikuláció hatására, koartikulációs rezisztenciának (ellenállásnak) nevezzük (pl. Farnetani – Recasens 1999; Recasens 2021), míg azt, hogy ő maga mekkora hatást képes kifejteni, koartikulációs agresszióknak (pl. Cho 2004; Recasens – Espinosa 2009; Recasens 2021). A koartikulációs rezisztencia és agresszió tehát – a feltételezések és kísérleti eredmények szerint – számos tényező függvényében változik.

Az elmúlt évtizedekben számos kísérlet született, amelyek azt elemezték, hogy milyen tényezők befolyásolhatják a magánhangzókban a magánhangzók közötti koartikuláció hatására fellépő változatosságot, tehát a koartikulációs rezisztenciát, illetve azt, hogy egy adott magánhangzó mennyire képes befolyásolni a mássalhangzón túli magánhangzó minőségét, tehát a koartikulációs agressziót. Ilyen tényezőnek mutatkozott a közbeeső mássalhangzó minősége (Recasens 1984; Fowler – Brancazio 2000; Recasens 2002; Cole et al. 2010), a cél- és indukáló magánhangzók minősége (Beddor et al. 2002; Cho 2004; Mok 2011; Recasens 2012; Deme et al. 2019, 2022a, 2022b) a koartikuláció iránya (Fowler 1981; Cho 2004; Mok 2013; Deme et al. 2021, 2022), valamint a hangsúly szerepe (Fowler 1981; Magen 1997; Cho 2004; Deme et al. 2019, 2021). Ráadásul a fentiekkel összefüggésben szisztematikus eltéréseket is dokumen-

táltak a nyelvek között – bár megjegyzendő, hogy ilyen elemzést viszonylag keveset találni, amelyekben ráadásul szinte kizárólag kisebb beszélőszámmal zajlott összevetésekből vonták le a kutatók a konklúziókat (Manuel – Krakow 1984: két nyelv egy-egy beszélője; Manuel 1990: három nyelv egy-egy beszélője; Beddor et al. 2002: két nyelv hét és öt beszélője; Mok 2013: két nyelv nyolc-nyolc beszélője alapján).

A tanulmány további részében a hangsúly lehetséges hatásával foglalkozunk, és arra a kérdésre fókuszálunk, hogy mennyiben jár együtt a hangsúly hatására feltételezeten megjelenő koartikulációs rezisztencia koartikulációs agresszióval. A kérdést elsősorban a magánhangzók közötti koartikulációra vonatkozóan járjuk körül, hiszen a jelen tanulmányban bemutatásra kerülő kísérletben is ezt elemeztük a magyar nyelv viszonylatában.

1.2. A koartikulációs rezisztencia és agresszió a hangsúlyhelyzet függvényében, különösen a magánhangzók közötti koartikulációban

Szomszédos mássalhangzók és magánhangzók koartikulációs egymásra hatását vizsgálva Recasens és Espinosa (2009), illetve Recasens és Rodríguez (2016) az artikulációban azt találták, hogy azoknak a mássalhangzóknak és magánhangzóknak nagyobb a koartikulációs ellenállása, amelyeknek a képzése során nagyobb az artikulációs szervek terheltsége, elsősorban a nyelvemelkedés foka. Ilyenek a képzési helyet tekintve a palatális képzési helyű mássalhangzók, valamint a képzésmódot tekintve a frikatívák, továbbá a felső nyelvvállású magánhangzók. Ezzel összefüggésben a szerzők azt is kimutatták, hogy ezeknek az intrinzikusan ellenálló beszédhangoknak a koartikulációs agresszivitása is nagyobb, a koartikulációs ellenállás és agresszivitás tehát pozitívan korrelált egymással. Ezt Bang (2017) az akusztikumban is kimutatta szomszédos magánhangzók és mássalhangzók közötti koartikulációban. Ha azonban a távolabbi, a magánhangzók közötti koartikulációs hatásokat, illetve nem a szegmentumok saját (ejtési) tulajdonságaiból következő koartikulációs ellenállást tekintjük, hanem az olyan külső tényezők hatására megnövekedőt, mint amilyen például a hangsúly, a kép a rezisztencia és agresszió összefüggéseiről már kevésbé egyértelmű.

A feltételezések szerint léteznek olyan kiemelt prozódiai pozíciók, melyek „erősítés”-t okoznak az artikulációban (Fowler 1981; de Jong et al. 1993; de Jong 1995). Ilyen kiemelt pozíció lehet a szóhangsúlyos szó-

tag (ezt magánhangzók és mássalhangzók viszonylatában vizsgálta de Jong et al. 1993, és de Jong 1995, a magánhangzók közötti koartikulációban Fowler 1981), a prozódiai frázis széle, illetve a mondatszintű (dallam)hangsúlyt viselő szótag is (ez utóbbi két tényezőt magánhangzók közötti koartikulációban elemezte Cho 2004). Az „erősítés” ebben az esetben Cho (2004: 142) megfogalmazásában azt jelenti, hogy megnövekszik a beszédhangok ejtéséhez létrehozott artikulációs gesztusok térbeli és időbeli megvalósítása, például extrémebb és hosszabb szűkület alakul ki a mássalhangzóknál, illetve teljesen megvalósul, és hosszabb ideig áll fenn az artikulációs cél a magánhangzóknál.

Korábban elsősorban az amerikai angolt vizsgálták a prozódiai erősítés kapcsán. De Jong (1995) alátámasztotta a prozódiailag kiemelt helyzeteknek a szegmentumot erősítő jellegét, ugyanis azt találta, hogy a mássalhangzók közötti koartikuláció kisebb akkor, ha a célhang (mondat)hangsúlyos szótagban van. Fowler (1981) megerősítette a feltevést a magánhangzók közötti koartikuláció vonatkozásában is: kísérletében a szószintű hangsúlyt viselő szótagokban kisebb volt a koartikuláció hatására fellépő változatosság.

A jelen kutatás közvetlen előzményének tekinthető kísérletében Cho (2004) az előzőek nyomán egyfelől azt vizsgálta meg, hogy a magasabb szintű prozódiai jelenségek, így a mondathangsúly, illetve a prozódiai frázis széle is okoznak-e erősítést a magánhangzóknál. Másfelől pedig arra kereste a választ, hogy ugyanezen erősítés következményeképpen detektálható-e a magánhangzóknál nagyobb koartikulációs agresszió is – ezt a kérdést a mondatszintű (dallam)hangsúly függvényében vizsgálta. A korábbi kutatásokkal szemben, amelyekben a kutatók a beszéd akusztikai vetületét elemezték, és elsősorban a CV, illetve VC szekvenciák egymásra hatását, Cho (2004) az artikulációs megvalósítást vizsgálta az elektromágneses artikulográfia módszerével (vö. a jelen tanulmány Módszertan fejezete), és Fowler (1981) kísérletéhez hasonlóan Cho is a magánhangzók közötti koartikulációra (azaz VCV helyzetekre) fókuszált. Eredményei ugyancsak azt mutatták, hogy a prozódiailag kiemelt helyeken szegmentális erősítés jelentkezik, ugyanakkor nem támasztották alá azt a feltételezést, hogy ez az erősödés megnövekedett koartikulációs agresszióval járna együtt. Mivel Cho (2004) ugyanúgy, ahogyan a korábbi elemzések is, csak az amerikai angol nyelvet vizsgálta, valamint kizárólag a beszéd artikulációs vetületét, kérdésként merülhet fel, hogy az eredmények mennyiben általánosíthatók más nyelvekre, illetve a beszéd

akusztikai szerkezetében tetten érhető koartikulációs rezisztenciára és agresszióra.

A rezisztencia kérdésében korábban már végeztünk kísérletet a magyar nyelvre vonatkozóan. Azt vizsgáltuk meg, hogy a mondatszintű dalhangsúly növeli-e a magánhangzók koartikulációs ellenállását a magánhangzók közötti koartikulációban akkor, ha – a korábbi vizsgálatok módszertanától eltérően – 1. mondatokba ágyazott valódi szavakban álló magánhangzókat elemzünk, és 2. ezekben nemcsak az artikulációt vagy az akusztikai szerkezetet elemezzük, hanem mindkét vetületet, egyidejűleg rögzített, magyar nyelvű felvételeken (Deme et al. 2019a, 2019b, 2022b). Az idézett kutatásban – többek között – azt mutattuk ki, hogy a hangsúlyos helyzetű magánhangzók a magyarban, valódi szavakban is kevésbé centralizálódnak a hangsúlytalanoknál (ezt az artikulációban és az akusztikumban egyaránt tapasztaltuk). A magánhangzók szóródása az artikulációs és akusztikai térben ugyanakkor nem a várt módon változott a hangsúly függvényében: az akusztikumban nem találtunk különbséget a hangsúlyos és hangsúlytalan szótagbeli magánhangzók szóródásában, míg az artikulációban az /u/ éppen a hangsúlyos szótagban szóródott jobban, az /i/ pedig lényegében nem mutatott eltérést a hangsúly szerint.

A fentiek alapján megfogalmazható a kérdés, hogy a megnövekedett koartikulációs rezisztencia mellett megjelenik-e megnövekedett koartikulációs agresszió a magánhangzók közötti koartikuláció viszonylatában, illetve megfigyelhető-e ez akkor, ha az akusztikai szerkezetet is elemezzük (amelyre Cho 2004 korábbi kutatása nem terjedt ki). A jelen tanulmány szerzőinek tudomása szerint ezt a kérdést még nem vizsgálták korábban, így a jelen tanulmányban bemutatásra kerülő kísérletben erre kerestük a választ. Ráadásul az eddigiek kizárólag az amerikai angol nyelvre fókuszáltak, így további újítás, hogy ezt a kérdést egy eddig kevésbé vizsgált nyelvben, a magyarban elemezzük. Mivel a korábbi, más nyelvekre kapott összevethetőség érdekében a jelen kísérletben álszavakat vizsgáltunk, a jelen kísérlet végeredményben kibővíti a korábbi kutatásunkat is, hiszen azt is ellenőrizzük, hogy álszavakban is megmutatkoznak-e a korábban valódi szavak esetében találtak: a magánhangzók rezisztenciájának növekedése a magánhangzók közötti koartikulációban.

1.3. A kutatás céljai és hipotézisei

A jelen kutatás célja, hogy a magyar nyelvre nézve elsőként vizsgálja meg azt a feltevést, mely szerint abban az esetben, hogyha a hangsúly hatására megnő a magánhangzók koartikulációs ellenállása, ezzel egyidejűleg megnő a koartikulációs agressziójuk is. A feltételezést álszavakban vizsgáljuk, és a beszéd két vetületében, az artikulációban és az akusztikumban egyidejűleg. Korábbi vizsgálataink alapján azt feltételezzük, hogy a magánhangzók mutatják a koartikulációs ellenállás megnövekedését hangsúlyos szótagban (Deme et al. 2022b). A korábbi eredményekre alapozva emellett azt is várjuk, hogy az artikulációs szerkezet nem, de az akusztikai szerkezet az ellenállóbb, hangsúlyos szótagi magánhangzókban nagyobb koartikulációs agresszióval is együtt jár (Cho 2004). Más szóval azt feltételezzük, hogy a hangsúlyos szótagi magánhangzók kevésbé idomulnak a magánhangzók közötti koartikuláció hatására a transzkonzonantális magánhangzóhoz mind az artikulációt, mind az akusztikumot illetően, illetve nagyobb hatást fejtenek ki a koartikulációt indukáló magánhangzóként, legalábbis az akusztikai szerkezetben.

2. Módszer

2.1. Kísérleti személyek

A kutatási kérdések vizsgálatához egy produkciós vizsgálatot terveztünk, melyben akusztikai és artikulációs adatokat gyűjtöttünk és elemeztünk kilenc felnőtt női beszélő anyagán. A beszélők életkora a felvételt készítőkor átlagosan $25,2 \pm 5,9$ év volt, saját bevallásuk szerint aktuálisan egészségesek és ép hallók voltak, továbbá nem rendelkeztek semmilyen felismert beszédhibával. A kísérlet előtt mindegyiküket informáltuk a felvételt készítés menetéről, idejéről, a használandó eszközről, adataik álnevesített kezeléséről, valamint a törvényben foglalt jogaikról szóban és írásban, ami után a résztvevők beleegyező nyilatkozatot írtak alá.

2.2. Anyag

A kísérletben $/pV_1pV_2pV_3pV_4/$ szerkezetű álszókat rögzítettünk „mondatszerű” ejtésben, azaz önálló közlésként, ezzel kontrollálva a prozódiai megvalósulást. Így a mondat- és szóhangsúly a vizsgált hangsorokban mindig az első szótagra esett ($/pV_1/$), és a közlések során egyöntetűen ereszkedő beszéddallam valósult meg. A koartikuláció vizsgálatához legalább két eltérő minőségű magánhangzó szükséges: a jelen kísérletben a

más nyelvekkel, illetve saját korábbi eredményeinkkel való összevetettség érdekében, valamint a különbségek dimenzióinak minimalizálása érdekében indukáló (vagy trigger-) és célmagánhangzóként az /u/-t és /i/-t használtuk. Korábbi adatok arra mutatnak, hogy a magánhangzók közötti koartikuláció az ezt a két beszédhangot elsődlegesen megkülönböztető dimenzióban, az előlség mentén a legerősebb (Öhman 1966; Farnetani 1990). A hangsorokban az összes mássalhangzó az előzménykutatásokkal egyezően (vö. Cho 2004; Mok 2011, 2013; Deme et al. 2019a, 2022a) bilabiális felpattanó zárhang, a jelen esetben a /p/ volt (míg Cho 2004 esetében ennek zöngés párja), melynek produkciója (a képzésbe bevont artikulációs szervek eltérése révén) kevésbé interferál a szomszédos magánhangzók ejtésével. A tanulmány további részében „célhangnak” következetesen azt a beszédhangot nevezzük, amely elszenvedí a koartikulációt, „trigger” vagy „indukáló” magánhangzónak pedig azt, amelyik a koartikulációs hatást kifejti. Ezt azért hangsúlyozzuk, mert a rezisztencia és agresszivitás vonatkozásában ezek a fogalmak eltérő dolgokat jelölnek a következőképpen. A rezisztencia esetében az a beszédhang, amelyet vizsgálunk, és amelyről az állításainkat megfogalmazzuk, ugyanaz: a célhang. Az agresszivitás esetében azonban az a beszédhang, amelyet vizsgálunk és az, amelyikről az állításokat megfogalmazzuk, eltér: a vizsgált beszédhang ugyanis továbbra is a „célhang”, de az a beszédhang, amelyikről ezen keresztül megfigyeléseket teszünk, valójában az indukáló magánhangzó, tehát az, amely koartikulációs hatását a célhangon kifejti.

A kísérletben vizsgált szavak a következők voltak: *pipipipi*, *pupipipi*, *pupupipi*, *pipupupu*, *pipipupu*, *pupupupu*. Ezekben a szavakban elemeztük az első szótagi és második szótagi magánhangzókat cél- és indukáló magánhangzókként, mégpedig az 1. és 2. táblázatban bemutatottak szerinti összevetésben. Mivel a magyar nyelvben a szó első szótagján jelenik meg a hangsúly (Siptár – Törkenczy 2000/2007), a vizsgált tényezők (a cél- és indukáló magánhangzó hangsúlyosságának) bizonyos kombinációi nem lehetségesek úgy, hogy mindkét magánhangzó egyetlen (ál)szóalakon belül, „monomorfemikusan” jelenjen meg. A magánhangzók rezisztenciáját ennél fogva csak a hátrafelé ható koartikulációban elemeztük, és kizárólag hangsúlytalan (második és harmadik szótagi) indukáló magánhangzók bevonásával. Itt az adatok – a fentiek értelmében – tehát az első és második szótagban lévő magánhangzók ellenállásáról árulkodnak. A magánhangzók agresszivitását ezzel szemben csak az előrefelé ható koartikulációban és csak hangsúlytalan (második és harmadik

szótagi) célmagánhangzókon vizsgáltuk. Bár itt az agresszivitást más beszédhangokban érjük tetten, mint az előző esetben (hiszen az agresszivitást is a célmagánhangzóknak mérjük), azok a beszédhangok, amelyekről az adatok az agresszivitás tekintetében árulkodnak, ugyancsak első és második szótagiak, ahogyan ezt fentebb kifejtettük. Mindez azt jelenti, hogy eredményeink a két kérdésben egyaránt első és második szótagi (hangsúlyos és hangsúlytalan) /i/ és /u/ hangokról szólnak, és mind a rezisztenciát, mind pedig az agressziót ugyanazon beszédhangok ugyanazon szóbeli előfordulásának esetében elemezzük: pl. az /i/ koartikulációs ellenállását és agresszióját egyaránt a *pipupupu* első és a *pipipupu* második szótagjában, valamint a *pipipipi* első és második szótagjában megjelent hangokon vizsgáljuk.

Az 1. és 2. táblázat N betűvel jelölt celláiban szereplő hangsorok adták a neutrális, a továbbiakban szereplők pedig a koartikuláló (K) kontextusokat. Fontos, hogy a neutrális kontextusokban a cél- és trigger hangok mindegyike mindkét irányból (tehát a szó első és utolsó magánhangzója felől) is velük azonos minőségű magánhangzó környezetében, azaz valóban neutrális helyzetben állt – ez a szempont más, a magánhangzók közötti koartikulációt vizsgáló elemzésekben gyakran nem érvényesül, így az adatok megbízhatósága kérdéses (vö. pl. Conklin 2019). Minden beszélő minden ingert legalább hatszor olvasott fel, pszeudorandom sorrendben (egy nagyobb ingeranyag részeként).

1. táblázat: A vizsgált álszavak a koartikulációs rezisztencia vizsgálatában használt összetetések szerint hátrafelé ható, regresszív koartikulációban, hangsúlytalan indukáló magánhangzókkal (a félkövér a célhangokat, az aláhúzás pedig az indukáló/trigger hangokat jelöli, (N) = neutrális, (K) = koartikuláló)

		Indukáló /i/ (hangsúlytalan)	Indukáló /u/ (hangsúlytalan)
Cél /i/	hangsúlytalan	<i>pipipipi</i> (N)	<i>pipipupu</i> (K)
	hangsúlyos	<i>pipipipi</i> (N)	<i>pipupupu</i> (K)
Cél /u/	hangsúlytalan	<i>pupupipi</i> (K)	<i>pupupupu</i> (N)
	hangsúlyos	<i>pupipipi</i> (K)	<i>pupupupu</i> (N)

2. táblázat: A vizsgált álszavak a koartikulációs agresszió vizsgálatában használt összevetések szerint előrefelé ható, progresszív koartikulációban, hangsúlytalan célhangokkal (a félkövér a célhangokat, az aláhúzás pedig az indukáló/trigger hangokat jelöli, (N) = neutrális, (K) = koartikuláló)

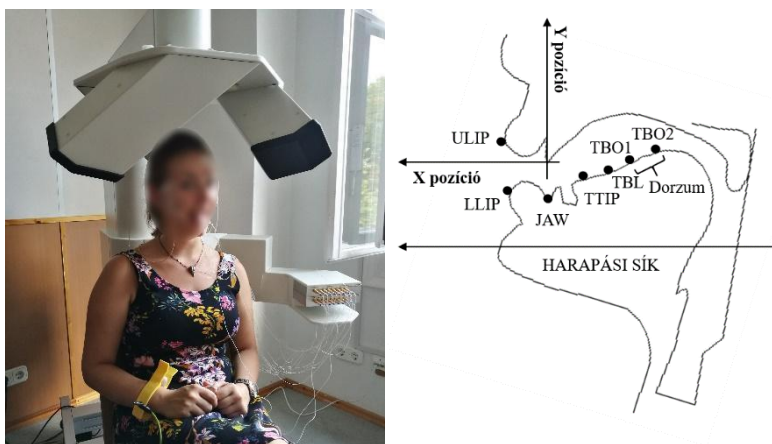
	Indukáló /i/		Indukáló /u/	
	hangsúlyos	hangsúlytalan	hangsúlyos	hangsúlytalan
Cél /i/ (hangsúlytalan)	<i>pipipipi</i> (N)	<i>pipipipi</i> (N)	<i>p<i>u</i>pipipi</i> (K)	<i>p<i>u</i>p<i>u</i>pipi</i> (K)
Cél /u/ (hangsúlytalan)	<i>pipupupu</i> (K)	<i>pipipupu</i> (K)	<i>p<i>u</i>p<i>u</i>pupu</i> (N)	<i>p<i>u</i>p<i>u</i>pupu</i> (N)

2.3. Felvét elkészítés

Az ejtést kétféleképpen rögzítettük: egy, a szájjughoz helyezett omnidirekcionális kondenzátormikrofonnal felvettük a hallható beszédakusztikai jelet, egy Carstens gyártmányú 16 csatornás EMA AG501 rendszerrel (elektromágneses artikulográffal) pedig rögzítettük a nyelv mozgásáról szóló információkat. A felvételek csendesített szobában (az ELTE Alkalmazott Nyelvészeti és Fonetikai Tanszékén) készültek.

Az EMA az elektromágneses indukció elvén működik: a beszélő feje felett lévő adótekerccsek (a látható fény hullámhosszánál nagyobb, az egészségre nem káros) oszcilláló elektromos és mágneses teret, azaz elektromágneses sugárzást keltenek, amely segítségével a beszélő artikulációs szerveire rögzített érzékelők (tekerccsek) helyzete követhetővé válik (2. ábra, bal oldal).

A kísérletben a 2. ábrán jobbra, bal oldali keresztmetszetben bemutatott szenzorok pozícióját rögzítettük, de a jelen vizsgálathoz a nyelv középvonalára helyezett négy szenzor adataiból csak a hátsó kettőt használtuk: a nyelvhátra, a beszélő számára viselhetően leghátulra helyezett TBO2 jelű nyelvtesti szenzort és a megközelítőleg 1 cm-rel ez elé helyezett TBO1 jelű nyelvtesti szenzort (TBO = *tongue body* 'nyelvtest').



2. ábra: A beszélő és az EMA rendszer elhelyezkedése a felvételi helyzetben (balra) és a kísérlethez rögzített szenzorok sematikus elhelyezkedése baloldali keresztmetszetben a korrekciók, átalakítások és forgatások után (jobbra)

(ULIP = *upper lip* 'felső ajak', LLIP = *lower lip* 'alsó ajak', JAW = áll, TTIP = *tongue tip* 'nyelvhegy', TBL = *tongue blade* 'nyelvpárkány', TBO1/2 = *tongue body* 'nyelvtest' 1/2)

Az EMA-val történő elemzésekhez az adatokat szükséges több lépésben előfeldolgozni, aminek eredményeképpen a mérésben kapott értékek már nem a fej mozgását vagy oldalra biccentését, tehát a szenzorok abszolút helyzetét, hanem a szenzorokkal vizsgált beszédszervek relatív pozícióját tükrözik. Az előfeldolgozás során forgatjuk is azt a koordináta-rendszert, amelyben a mérések történnek, így annak ellenére, hogy a beszélők más-más szögben tartják a fejüket, az adataik összevethetővé válnak. Ezekhez a korrekciókhoz referenciaszenzorok szükségesek: a jelen kísérletben a fül mögé és az ornyeregére helyezett szenzorokat használtunk erre a célra. A forgatás eredményeképpen a beszélők harapási síkja (ennek a síknak az állását minden beszélőnél egy erre a célra kialakított speciális műanyag lemezre illesztett szenzorokkal regisztráltuk) a vízszintessel párhuzamos lett, minden felvételen. A korrekciókat a Carstens által biztosított szoftver megfelelő moduljaival végeztük. Mivel az itt használt EMA rendszer az adatokat eredetileg három dimenzióban rögzíti, utolsó lépésként szükséges volt ezeket kétdimenzióssá konvertálnunk. Ehhez a Kölni Egyetem Fonetikai Intézetének (IfL Phonetik, Universität zu Köln)

saját készítésű konverterét használtuk. Ugyanez a szoftver a fájlformátumokat is átalakította azért, hogy a címkézéshez az Emu adatbáziskezelő szoftvert (Winkelmann et al. 2018) használhassuk.

Az előfeldolgozás során létrejött szenzorpozíciók adatai végül elhelyezhetőkké váltak egy olyan kétdimenziós koordináta-rendszerben, amelynek origója a metszőfogaknál található, és ahol az x -tengely a nyelv vízszintes, az y -tengely pedig a nyelv függőleges irányú elmozdulását képezi le. A jelen vizsgálatban a vízszintes kitéréseket elemezzük; ezekben az adatokban a negatív irányú kitérések a nyelv hátrafelé való elmozdulását jelentik (vö. 2. ábra, jobb oldal).

Megjegyezzük, hogy az EMA számos előnye (pl. a kitűnő időbeli és téri felbontás, kényelmes, ülő vagy álló testhelyzet) ellenére, mint minden artikulációs mérőeszköz, hátrányokkal is bír: a nyelv helyzetéről, illetve a nyelvfelszín kontúrjáról ugyanis nem ad teljes képet. Ennek egyfelől az az oka, hogy az EMA pontszerű méréseket végez, és a pontok közti nyelvfelszínről nem ad információkat. Ezen túlmenően pedig az, hogy a nyelvre a legtöbb beszélő esetében csak a nyelvhat elülső-középső részéig helyezhetők szenzorok. Ezzel együtt alkalmasnak találjuk az eszközt a kérdéseink vizsgálatára, részben saját kutatási tapasztalatainkra hagyatkozva (ezzel az eszközzel és más artikulációs műszerekkel), részben pedig a szakirodalmi előzményekre támaszkodva, melyek demonstrálják az EMA- (vagy az ahhoz nagyon hasonló adatokat adó *X-Ray MicroBeam*, *XRMB*-) regisztrátumok alkalmasságát magánhangzók és más-salhangzók ejtésének statikus vagy dinamikus vizsgálatára egyaránt (vö. Whalen et al. 2018).

2.4. Elemzések

A párhuzamosan rögzített beszédakusztikai és beszédmozgás-felvételekben a spektrogramon látható információk alapján félautomatikusan szegmentáltuk és címkéztük a vizsgált beszédhangokat a BAS webservice graféma-fonéma konverterének (Reichel 2012) és a MAUS rendszernek (Schiel 1999) a segítségével, majd a szükséges helyeken kézzel javítottuk a felismertetett hanghatárokat a Praat programban (Boersma – Weenink 2019). A mérési pontokat az artikulációban és az akusztikumban egyaránt a célmagánhangzó szélén (elején és végén) és közepén határoztuk meg úgy, hogy az elemzett adatokat a kérdéses pontok körüli 10%-os időablak adatainak mediánjaként nyertük – így a korábbi irodalommal is hozhatóan összevethető mérési eredményeket kaptunk. A középponti

méréshez megjegyzendő, hogy az itt mért akusztikai és artikulációs adatok Whalen és munkatársainak (2018) összehasonlító vizsgálata alapján gyakorlatilag az artikulációs és akusztikai célkonfigurációt mérik, az idézett elemzés szerint ugyanis a magánhangzóknak az akusztikai kimenet alapján megállapítható időbeli középpontja lényegében egybeesik az artikulációs célkonfiguráció (azaz a gesztusplató elejének) kialakításával (ahogyan azt egyébként feltételezni szoktuk az akusztikai elemzésekben).

Mivel a vizsgált beszédhangok eltérése egyrészt (elsődlegesen) a vízszintes nyelvhelyzetben, másrészt pedig az ajakműködésben áll, a beszéd akusztikai vetületében az F_2 formáns frekvenciáját mértük a Praat programban automatikusan, a Burg algoritmus segítségével (Boersma – Weenink 2019) a fent tárgyalt időablakokban.

Az artikuláció vizsgálatához a TBO1 és TBO2 szenzorok x -irányú (a nyelv vízszintes elmozdulását mutató) kitérésadatait nyertük ki az Emu (Winkelmann et al. 2018) adatbáziskezelő segítségével a fentiekben meghatározott időablakokban (szintén az ott mérték mediánjaként). Mivel a kutatás elsősorban a nyelv (nyelvtest, nyelvhát), és nem a nyelv egyes pontjainak helyzetét kívánja figyelembe venni, hiszen ez az, ami a magánhangzók képzésében releváns (Öhman 1966), az elemzésben a két nyelvtesti szenzor x pozíciójának (vízszintes kitérésének) átlagait használtuk Cho (2004) módszertanának megfelelően (ezt nevezzük a továbbiakban dorzumadatoknak, vö. 2. ábra, jobb oldal).

A pozícióadatokat normalizáltuk a beszélők morfológiai (anatómiai) eltéréseinek kiküszöbölése érdekében: minden abszolút pozícióértéket áttranszformáltunk egy 0 és 100 pont közötti skálára úgy, hogy a skála 0 pontja az adott beszélő esetében a leghátrébb képzett /u/ megvalósulás x -értéke volt, míg a 100 a legelőrébb képzett /i/ x -értéke. Az artikulációs adatok esetében tehát lényegében százalékpontokat kalkuláltunk: minden beszélő esetében a nyelv vízszintes mozgástartományának maximumához és minimumához viszonyítottuk az egyes ejtésekben talált vízszintes nyelvpozíciókat.

Mind az akusztikai, mind pedig az artikulációs adatokat kétféle származtatott mérőszám segítségével elemeztük: mindkettőre *távolságokat* és *szóródást* számoltunk a következőképpen.

Cho (2004) és Mok (2011, 2013) módszerének mintájára, a paradigmatis koartikuláció leképezésére kiszámítottuk a koartikuláló/aszimmetrikus ($V_2 \neq V_3$, pl. *pipipupu*) és nem koartikuláló/szimmetrikus, vagyis neutrális ($V_2 = V_3$, pl. *pipipipi*) helyzetekben álló azonos minőségű magánhangzók akusztikus és artikulációs térbeli különbségeit, vagyis

távolságát úgy, hogy beszélőnként és a megfelelő szótagi magánhangzónként átlagoltuk az egyes F₂- és dorzumadatokat a magánhangzó szélén. Ez azt jelentette, hogy a koartikulációs rezisztencia elemzésekor, ahol is regresszíven, hátrafelé hatott a koartikuláció, a célmagánhangzó elején, míg a koartikulációs agresszivitás elemzésekor, ahol előrefelé, progresszíven hatott a koartikuláció, a célmagánhangzó végén mért adatokkal dolgoztunk (a példákban a félkövér szedés a cél-, az aláhúzás az indukáló magánhangzókat jelöli). Ezt nevezzük a továbbiakban – az idézett mintára – *távolságnak*. A távolság mérőszám tehát azt mutatja meg, hogy mennyire tér el az adott magánhangzó a magánhangzók közötti koartikuláció hatása alatt és a kontrollként használt neutrális helyzetben egy-egy beszélő egy-egy magánhangzójára számítva. Ennélfogva ez a mérőszám lényegében a koartikuláció hatására fellépő centralizáció mértékét képezi le, más szóval azt, hogy milyen irányba (az akusztikai és artikulációs tér közepe vagy széle felé) és mennyire „húzza el” az eltérő minőségű transzkonzonantális (trigger) magánhangzó a célmagánhangzót. Ezekben az adatokban a koartikulációs hatást a nullától különböző értékek jelzik, a várt hatásra, azaz a centralizációra (tehát a magánhangzónak az akusztikai vagy artikulációs magánhangzótér közepe felé való elmozdulására) pedig az /u/ esetében a pozitív, míg az /i/ esetében a negatív értékek utalnak. Emellett az abszolút értékükben nagyobb értékek nagyobb különbséget jelentenek, tehát nagyobb koartikulációs hatásra engednek következtetni. Megjegyzendő: a távolságok mérését és számítását azért a magánhangzó szélén végeztük, mert a korábbi, ugyancsak távolságot számszerűsítő vizsgálatok szinte kivétel nélkül szintén itt vizsgálták a koartikuláció hatását, adataink tehát ennek a módszernek a követése révén lesznek összevethetők a más vizsgálatokban és más nyelvekre kapottakkal. Korábbi, ugyanezen adathalmaz felhasználásával készült elemzéseink ugyanakkor azt is megmutatták már, hogy a magánhangzó közepén alapvetően ugyanazok a tendenciák jelentkeznek a koartikuláció megjelenését, illetve hatását illetően, mint a beszédhangok szélén, legalábbis az itt is vizsgált álszóban, az /i/ és /u/ vonatkozásában (Deme et al. 2022a).

A távolságon kívül számszerűsítettük a megvalósulások *kontextusok közötti* (tehát a koartikuláló és nem koartikuláló kontextusban együttesen mérhető) *szóródását* is az akusztikai és artikulációs térben a magánhangzók középpontjában mért adatok relatív szórásával (*relative standard deviation*, RSD) az (1)-ben található képlettel. A szórást (SD) és átlagot beszélőnként az összes faktort tekintetbe véve, egy-egy magánhangzóra,

kondícióként (a hangsúlyos vagy hangsúlytalan cél- és trigger magánhangzók csoportján belül) külön-külön, de a koartikuláló vagy neutrális kontextusokra együttesen számoltuk ki. Ez azt jelenti, hogy beszélőnként és magánhangzónként egy értéket kaptunk a hangsúlyos/hangsúlytalan cél-, illetve a hangsúlyos/hangsúlytalan trigger magánhangzókra, melyek azt mutatják meg, hogy miként szóródnak az adatok a koartikuláló és nem koartikuláló helyzetű magánhangzók közös átlaga körül.

$$(1) \text{RSD (\%)} = \text{SD} / |\text{átlag}| \times 100$$

Az itt használt *szóródás* mint mérőszám használata mellett már több helyütt érveltünk (vö. Deme et al. 2019a, 2022a, 2022b), így ennek tárgyalásába nem bocsátkozunk részletesen, csak röviden utalunk a hivatkozott helyeken olvashatók lényegi elemeire. A *szóródás* mérőszámot a beszédtudományokban a beszédhangok grafikus megjelenítésében gyakorta használt sűrűsödési ellipszis mintájára alkottuk meg, így a mérőszám arra utal, hogy melyik az az értéktartomány, ahol egy adott paraméteren belül a vizsgált megvalósulások a leggyakrabban előfordulnak² (hasonlóan a „produktions tartomány” fogalmához, vö. Manuel 1990: 1287, 1295; Mok 2013: 196). Ennek vizsgálata a koartikuláció okozta változatossággal összefüggésben eddig igen szórványos, az eddigi eredmények (ilyenek egyelőre kizárólag a magyar nyelvre léteznek) azonban azt mutatják, hogy merőben eltérő tendenciák figyelhetők meg a *szóródás* és *távolság* mérőszámokban (Deme et al. 2019a, 2022a, 2022b). Ez pedig arra utal, hogy a kontextusok közötti szóródás mint mérőszám egy, a távolságban tetten érhetőől eltérő aspektusát ragadja meg a magánhangzók (koartikulációs) változatosságának, és mint ilyen, feltérképezendő. Mivel ez a mérőszám a magánhangzók artikulációs-akusztikai megvalósulásának homogenitását szándékozik leképezni, ezért ezt nem a magánhangzók szélén állapítottuk meg (ahogyan a különbség esetében eljártunk), hanem a magánhangzók középpontjában mért adatokból: ezekről szokás ugyanis azt feltételezni, hogy mind az artikulációs, mind az akusztikai megvalósítás tekintetében a magánhangzó(s) artikulációs gesztusok) cél(konfiguráció)ját reprezentálják (vö. Whalen et al. 2018).

Tekintettel arra, hogy a relatív szórás az átlaghoz viszonyítja a szóródást, és az adatok nagyságrendjét elvéve százalékos formában fejezi ki a

² Azzal a különbséggel, hogy a sűrűsödési ellipszis esetében nemcsak egy, hanem két paraméter szórását vizsgáljuk és ábrázoljuk.

változatosság mértékét, így bizonyos mértékben normalizálja a beszélők közti (pl. anatómiai különbségekből fakadó) különbségeket (lásd pl. Shaw et al. 2009). Ráadásul mivel a számítás során a nagyságrend mellett a dimenzió is eltűnik, összevethetővé tesz eredetileg különböző mértékegységben és különböző léptékben mért adatokat is. Ezáltal az RSD mentén közvetlenül összevethetővé válik az akusztikumban és az artikulációban talált változatosság. A szóródásadatokban a nagyobb érték nagyobb kontextusok közötti változatosságra (azaz nagyobb produkciós tartományra) utal. Erre vonatkozóan a jelen elemzésben közvetlenül nem irányulnak összevetések, mégis hangsúlyozandó, hiszen az ábrákon látható adatok értelmezésében segít, ha tudjuk, hogy az értékek a beszéd két vetületében összehasonlíthatók.

Nyilvánvaló, hogy a fent említett mérőszámok egyszerre valójában sosem csak a célmagánhangzó ellenállóságáról vagy csak a trigger agresszivitásáról árulkodnak, hanem egyúttal (és attól elválaszthatatlanul) az interakcióban részt vevő másik magánhangzó koartikulációs ellenállásáról és befolyásoló erejéről is. A két kérdést éppen ezért is vizsgáltuk elkülönítve úgy, hogy a kérdéses magánhangzót érintő hatásokon túl minden további hatás, így például a vele interakcióban lévő másik magánhangzó és annak fonetikai helyzete is kontrolláltan jelent meg (azaz a cél hangsúlyosságának hatását csak hangsúlytalan triggererek, a trigger hangsúlyosságának hatását pedig csak hangsúlytalan célok esetében vizsgáltuk).

Az adatokat lineáris kevert modellekkel elemeztünk az R programban (R Core Team 2018) az lme4 csomag (Bates et al. 2015) segítségével. A p - és F -értékeket Satterthwaite-approximáció segítségével nyertük, amely az lmerTest csomagban (Kuznetsova et al. 2017) elérhető. A modellekben random hatásként (interceptként/metszéspontként, illetve meredekségként) felvettük a beszélőt, de csak akkor, ha ez szignifikánsan növelt a modell prediktív erejét (az anova függvény és az AIC információs kritérium alapján). A két kérdéses faktor vizsgálatára, az egyes mérőszámokra a beszéd megfelelő vetületeiben külön-külön illesztettünk modellt, így összesen nyolc modellt állítottunk fel, melyekben fix hatásként a *magánhangzó-minőség* (/i/ vagy /u/) változót használtuk, továbbá a rezisztenciát elemző esetekben a *cél hangsúlyossága* (hangsúlyos vagy hangsúlytalan), az agressziót elemző modellekben pedig a *trigger hangsúlyossága* (hangsúlyos vagy hangsúlytalan) prediktorokat. A post hoc összevetéseket (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 (ez kalkulál a beszélők közötti varianciával, ld. Morey 2008).

3. Eredmények

Mivel a kutatásunk fő kérdése az volt, hogy a koartikulációs rezisztencia és agresszió ugyanazon jelenség két oldalaként, tehát egyszerre lép-e fel a beszédhangokban a hangsúly hatására, az adatok bemutatásában a megfelelő mérőszámokban és doménben (így pl. az akusztikumokban a szóródásadatokban) találtakat párhuzamosan mutatjuk be. Előbb a szóródás-, majd a távolságadatokat ismertetjük, ezeken belül pedig minden esetben előbb az akusztikai szerkezetben, utóbb pedig az artikulációban mértéket tárgyaljuk. A beszéd artikulációs és akusztikai vetületében találtakat közvetlenül nem vetjük össze, csak azt állapítjuk meg, hogy lényegileg ugyanazon vagy eltérő tendenciák érvényesülését látjuk-e ezekben.

Az ábrákon az y -tengelyen mindig a célmagánhangzóban megfigyelt változatosságot szemléltetjük, de az x -tengelyen a vizsgált hatás szerint bontjuk az adatokat, tehát a rezisztencia esetében a célmagánhangzó, az agresszió esetében pedig a trigger magánhangzó hangsúlyossága szerint. Emlékeztetőül: a magánhangzók koartikulációs rezisztenciáját a regresszív koartikulációban, hangsúlytalan indukáló magánhangzó mellett, az agresszivitást pedig progresszív koartikulációban, hangsúlytalan célmagánhangzók mellett vizsgáltuk. (A jelen fejezetben ezt az információt már csak a megfelelő ábrák címében ismételjük.)

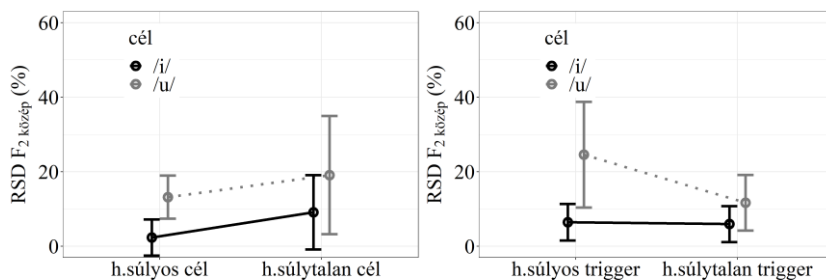
3.1. A koartikulációs rezisztencia és agresszió a szóródás mérőszám szerint

3.1.1 Akusztikai szerkezet

Elsőként az akusztikai szóródás adatait elemeztük a két vizsgált független változó, azaz a rezisztencia esetében a cél, az agresszió esetében a trigger hangsúlyosságának, valamint a célmagánhangzó minőségének a tükrében. A statisztikai modell itt a rezisztenciában csak a target vagy másként célmagánhangzó minőségének főhatását mutatta szignifikánsnak ($F(1, 36) = 6,88; p < 0,05$), ami a 3. ábra bal oldalán látható módon azt jelentette, hogy az /u/ magánhangzók megvalósulásai jobban szóródtak az akusztikai térben, mint az /i/-k megvalósulásai. Az a tény tehát nem befolyásolta a célmagánhangzók szóródását, hogy hangsúlyos vagy

hangsúlytalan szótagban helyezkedtek-e el; a hangsúlyos helyzetben nem látszott megnövekedett koartikulációs ellenállás.

A koartikulációs agresszió esetében ugyancsak azt találtuk, hogy az indukáló vagy trigger magánhangzó hangsúlyossága nem hat az adatokra közvetlenül: itt a magánhangzó-minőség a trigger hangsúlyosságával interakcióban hatott (3. ábra, jobb oldal; $F(1, 27) = 6,05$; $p < 0,05$). Az adatok azt mutatják, hogy az /u/ magánhangzóban nagyobb változatosságot okoztak az /i/ magánhangzók, mint fordítva, de ez elsősorban csak akkor érvényesült, ha az /i/ mint trigger hangsúlyos volt (ám a trigger hangsúlyossága főhatásként nem volt szignifikáns, csak a magánhangzó-minőség). Mindez tehát lényegében azt mutatja, hogy az akusztikai szóródás adatai nem mutattak sem megnövekedett koartikulációs agressziót, sem megnövekedett koartikulációs rezisztenciát a hangsúlyos szótagi magánhangzóknban.

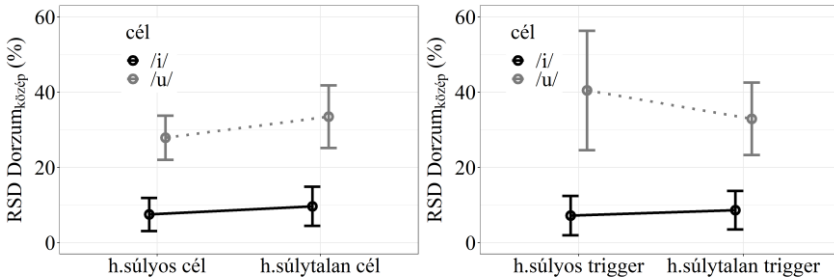


3. ábra: A magánhangzók koartikulációs rezisztenciája az akusztikumban a szóródás mérőszám alapján regresszív koartikulációban, hangsúlytalan indukáló magánhangzó mellett (balra), illetve ugyanezen magánhangzók koartikulációs agresszivitása progresszív koartikulációban, hangsúlytalan célmagánhangzók mellett (jobbra)

3.1.2. Artikuláció

Az artikulációban a rezisztenciát illetően ugyancsak nem mutatkozott szignifikánsnak a célmagánhangzó hangsúlyossága, kizárólag a magánhangzó-minőség ($F(1, 24) = 83,29$; $p < 0,001$), és itt is az /u/ bizonyult változatosabbnak (4. ábra, bal oldal). Ugyanezen hangok egyúttal megnövekedett rezisztenciát sem mutattak hangsúlyos helyzetben (4. ábra, jobb oldal), mert itt szintén csak a magánhangzó-minőség szignifikáns

főhatását találtuk ($F(1, 32) = 60,34; p < 0,001$), ami itt is az /u/ változatosabb megvalósulásai miatt jelentkezett.



4. ábra: A magánhangzók koartikulációs rezisztenciája az artikulációban a *szóródás* mérőszám alapján regresszív koartikulációban, hangsúlytalan indukáló magánhangzó mellett (balra), illetve ugyanezen magánhangzók koartikulációs agresszivitása progresszív koartikulációban, hangsúlytalan célmagánhangzók mellett (jobbra)

Összességében tehát a szóródás adatai nem mutatták a várt hatásokat sem a beszédhangok akusztikai, sem pedig azok artikulációs megvalósításában, azaz nem találtunk megnövekedett koartikulációs ellenállást és agressziót a hangsúlyos szótagi magánhangzókban.

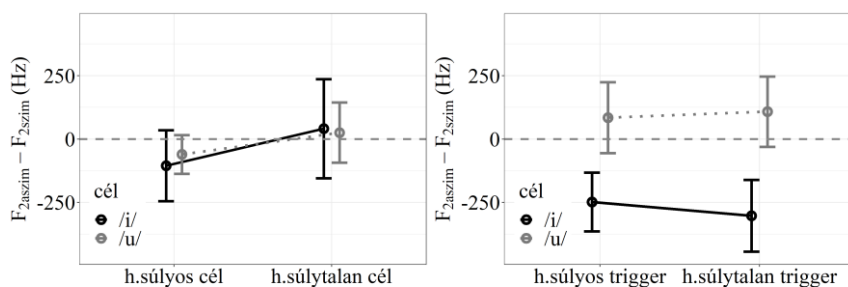
3.2. A koartikulációs rezisztencia és agresszió a *távolság* mérőszám szerint

A következőkben a koartikuláló, tehát a saját minőségétől eltérő minőségű transzkonzonantális magánhangzó szomszédságában álló, illetve a neutrális, tehát a saját minőségével egyező minőségű transzkonzonantális magánhangzók közötti minőségbeli különbséget, vagy másként a magánhangzók közötti koartikuláció hatására beálló centralizáció jellegét és mértékét elemezzük. Emlékeztetőül: ezekben az adatokban a nullától különböző értékek jelzik azt, ha van koartikulációs hatás, centralizációra (tehát a magánhangzónak az akusztikai vagy artikulációs magánhangzó-tér közepe felé való elmozdulására) pedig az /u/ esetében a pozitív, az /i/ esetében pedig a negatív értékek utalnak. Végül a nagyobb abszolút értékek nagyobb különbséget is jelentenek, tehát nagyobb koartikulációs hatásra engednek következtetni.

3.2.1. Akusztikai szerkezet

A szóródásadatokban látottaktól eltérően a távolság mérőszám az akusztikai szerkezetben mutatta a hangsúly főhatását ($F(1, 28) = 4,22$; $p < 0,05$) (5. ábra bal oldal), de ez nem a várt irányban mutatkozott. A két magánhangzóra nézve a hangsúly hatása a következőket jelentette. Az /i/ esetében a hangsúlyos szótagban negatív értékeket, tehát centralizációt látunk hangsúlyos helyzetben, míg hangsúlytalan helyzetben nulla körüli értékeket (ez arra utal, hogy nem volt különbség a koartikuláló és neutrális helyzetű magánhangzóknak az F_2 frekvenciaértékében tetten ért minősége között). Az adatok tehát nem azt mutatták, hogy a hangsúlyos helyzetű magánhangzó megnövekedett koartikulációs ellenállást mutatna, épp ellenkezőleg: a hangsúlyos helyzetű /i/-k jobban idomultak a transzkonzonantális magánhangzó minőségéhez akusztikailag. Az /u/ esetében hangsúlyos szótagban ugyancsak negatív értékeket látni, ami ebben az esetben azonban nem a koartikuláció következtében beálló centralizációra utal, hanem arra, hogy a koartikuláló helyzetben álló /u/-k ejtése periferikusabb (inkább a magánhangzótér széle felé elhelyezkedő) volt, mint a neutrális helyzetűeké. Bizonyos értelemben tehát ezek az adatok azt mutatják, hogy az /u/ hangsúlyos szótagi megvalósulása ellenállóbb volt a koartikulációs hatásoknak, mint a hangsúlytalan szótagi, hiszen a koartikuláló kontextusban az /u/ elhasonult a rá ható transzkonzonantális magánhangzó minőségétől. Hasonlót korábban valódi szavakban láttunk az /i/-ben, progresszív koartikulációban, hangsúlyos szótagokban az akusztikai szerkezetben, illetve álszavakban ugyanebben a magánhangzóban regresszív koartikulációban, hangsúlytalan helyzetben az akusztikai szerkezetben (Deme et al. 2022a, 2022b).

A koartikulációs agresszió esetében kizárólag a magánhangzó-minőség főhatása bizonyult szignifikánsnak ($F(1, 29) = 46,35$; $p < 0,001$), mégpedig azért, mert az /i/ triggerként nagyobb hatást fejtett ki az /u/-ra, mint fordítva (5. ábra, jobb oldal).

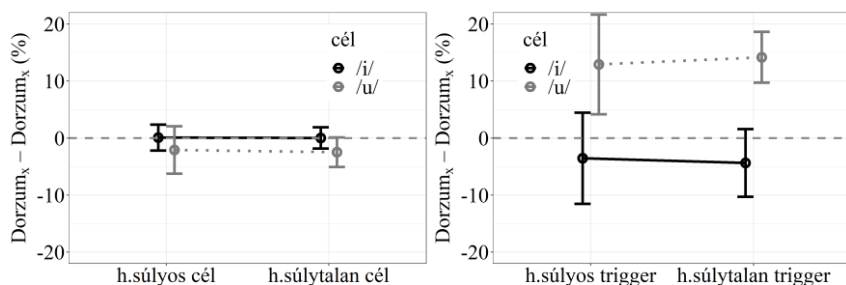


5. ábra: A magánhangzók koartikulációs rezisztenciája az akusztikumban a *távolság* mérőszám alapján regresszív koartikulációban, hangsúlytalan indukáló magánhangzó mellett (balra), illetve ugyanezen magánhangzók koartikulációs agresszivitása progresszív koartikulációban, hangsúlytalan célmagánhangzók mellett (jobbra)

3.2.2. Artikuláció

Végezetül az artikulációs szerkezetben vizsgáltuk meg azt, hogy a hangsúlyhelyzet megnövekedett koartikulációs rezisztenciát (6. ábra, bal oldal) és agressziót (6. ábra, jobb oldal) okoz-e a magánhangzókban. A statisztikai elemzés szerint a rezisztencia esetében ismét csak a magánhangzó-minőség főhatása volt szignifikáns ($F(1, 33) = 4,65; p < 0,05$), az adatok alapján azért, mert az /u/ mutatott valamekkora centralizációt hangsúlytalan szótagban, illetve periférikusabb ejtést hangsúlyos szótagban, míg az /i/ minőségbeli eltérése a koartikuláló és neutrális helyzet között ugyanakkora (lényegében nulla) volt a célmagánhangzó hangsúlyhelyzetétől függetlenül (6. ábra, bal oldal).

Ahogy a hangsúly a magánhangzók ellenállását sem növelte, úgy a koartikulációs agressziójukat sem, az egyetlen szignifikáns hatás itt is csak a magánhangzó-minőség főhatása volt ($F(1, 8) = 14,03; p < 0,05$) (6. ábra, jobb oldal).



6. ábra: A magánhangzók koartikulációs rezisztenciája az artikulációban a *távolság* mérőszám alapján regresszív koartikulációban, hangsúlytalan indukáló magánhangzó mellett (balra), illetve ugyanezen magánhangzók koartikulációs agresszivitása progresszív koartikulációban, hangsúlytalan célmagánhangzók mellett (jobbra)

4. Következtetések

Kutatásunkban azt a kérdést jártuk körül, hogy a mondat szintű hangsúly erősít-e prozódia ilag a szegmentumokon a magyar nyelvben a magánhangzók közötti koartikulációban úgy, hogy azok nagyobb fokú koartikulációs ellenállást és koartikulációs agressziót is mutatnak. A korábbi eredményekre alapozva azt feltételeztük, hogy a hangsúlyos szótagi magánhangzók kevésbé idomulnak a magánhangzók közötti koartikuláció hatására a transzkonzonantális magánhangzóhoz mind az artikulációt, mind az akusztikumot illetően, és nagyobb hatást fejtenek ki a koartikulációt indukáló magánhangzóként, legalábbis az akusztikai szerkezetben.

A vizsgálatunk egyik hipotézist sem erősítette meg egyértelműen, ugyanis sem megnövekedett koartikulációs ellenállást, sem pedig megnövekedett koartikulációs agressziót nem tapasztaltunk a hangsúly függvényében a beszéd egyik vetületében és egyik vizsgált mérőszámában sem. Egyedül a rezisztencia esetében láttunk eltérést a hangsúly szerint az akusztikai szerkezetben a *távolság* mérőszámában: a hangsúlyos /u/ periferikusabb megvalósulást, tehát ellenállást mutatott, mint a hangsúlytalan, az /i/-ben azonban a vártakkal ellentétes tendenciák jelentkeztek, és a hangsúlyos /i/ mutatott nagyobb fokú centralizációt, vagyis kisebb mértékű ellenállást, nem pedig a hangsúlytalan.

A legkézenfekvőbb magyarázat a jelen és a korábbi, a rezisztenciára vonatkozó eredményeink (Deme et al. 2022b) ellentmondásaira az lehet,

hogy míg az idézett anyag létező szavakat tartalmazott értelmes magyar mondatokba ágyazva, a jelen anyag mondatszerűen felolvasott álszavakat. Az álszavak ejtése (különösen akkor, ha azok valamilyen módon minimális pár jellegű kontrasztban állnak további szavakkal) egyes eredmények szerint hiperartikulált lehet (Munson – Solomon 2004; Scarborough 2012), ami pedig a koartikuláció hatásainak redukcióját vonja maga után (de Jong 1995; Scarborough 2012). A korábbi, a miénkhez hasonló vizsgálatok ugyanakkor mind hasonló alakú álszavakat elemeztek (Fowler 1981; Cho 2004), és ennek ellenére mutatták ki a hangsúly rezisztencianövelő erejét. Ennélfogva feltehetjük, hogy az eredmények illetően alakulására a vizsgált nyelv is hatással volt. A magyar ugyanis szintaktikai eszközökkel jelöli a nyelvreírás által legalaposabban körüljárt mondatszintű hangsúlyt viselő fókuszált elemet, szemben más nyelvekkel, például az angollal is, ahol a kiemelésnek elsősorban prozódiai eszközei vannak (Genzel et al. 2015). Ezzel összefüggésben a magyar nyelvben az várható, hogy a prozódia kisebb súllyal alkalmazódik a kiemelésben (Mády – Kleber 2010), így hatásai is kisebbek lehetnek például a szegmentális erősítést illetően. Megjegyezzük, hogy ezt a hatást várjuk érvényesülni akkor is, ha az aktuális megnyilatkozás egyébként nem tartalmaz bonyolultabb szintaktikai szerkezeteket, így például egy-
szavas közlések esetében. Ennélfogva annak ellenére, hogy a jelen anyagban álszavak jelentek meg izolált ejtésben, önálló megnyilatkozásokként, azt feltételezzük, hogy minden felolvasott tokenen megnyilatkozásszintű vagy mondatszintű hangsúly jelentkezett – ugyanúgy, ahogyan egyszavas valódi szavakat tartalmazó megnyilatkozások felolvasása esetében is várható.

Kiemelendő, hogy a korábbi, más nyelvre kapott kísérletek anyaga valójában csak részben egyezett a jelen anyaggal, és ennek szintén lehet hatása az eredményekre. A jelen kísérlet közvetlen előzményének tekinthető tanulmányban Cho (2004) egyfelől az elemzett álszavakat mondatokba ágyazta, amivel könnyen lehet, hogy a jelen kísérletben tapasztaltnál kevésbé álszóserű ejtést facilitálhatott. Másfelől pedig Cho (2004) nem igyekezett egyetlen dimenzióra kontrollálni a koartikulációs hatást, mint ahogyan mi a jelen anyagban tettük, hanem arra törekedett, hogy a magánhangzók minél távolabb legyenek egymástól (artikulációs és akusztikai tekintetben), más szóval arra, hogy a koartikulációs hatás minél nagyobb legyen a vizsgált magánhangzók között (ő az /i/ és az /a/ kölcsönhatását elemezte). Mindez tehát (részben) ugyancsak okozhatja azt, hogy a Cho (2004) kutatásában találtak a jelen anyagtól eltérően mu-

tatták a várt tendenciákat, hiszen a jelen, kontrollált anyag bizonyos tekintetben kisebb koartikulációs hatások vizsgálatát tette lehetővé.

Az eredmények értelmezésekor a fentiek mellett szem előtt tartandók a nyelvi anyag egyéb sajátosságai is, melyek a magyar nyelv jellemzőiből fakadnak – ezek miatt ugyanis a koartikulációs agresszió és rezisztencia kérdését bizonyos szempontok szerint megszorított anyagon elemeztük.

A rezisztenciát kizárólag a hátrafelé ható koartikulációban vizsgáltuk hangsúlytalan (második és harmadik szótagi) indukáló magánhangzók bevonásával; megfontolandó, hogy mindkét tényezőnek következménye lehet. Korábbi, más nyelvekre kapott eredmények szerint a koartikuláció iránya szerint eltérő lehet a koartikulációnak a magánhangzók centralizációjában (a *távolság* típusú adatokban) tetten érhető ereje, tehát a koartikulációs hatások iránydominanciát mutatnak. A magyar nyelvre ugyanakkor ezt csak korlátozottan találtuk: vizsgálataink szerint a progresszív koartikuláció nagyobb hatásúnak bizonyult a regresszívnél az akusztikumban az /i/-ben és az artikulációban az /u/-ban, de a további esetekben nem találtunk különbséget az irány szerint (Deme et al. 2022a; az iránydominancia részleges hiányának, illetve a magánhangzó-harmónia lehetséges szerepének magyarázatához kapcsolódó okfejtésünket ld. ott). Ez azt jelenti, hogy a jelen kísérletben vizsgált /i/ targeteket akusztikailag, az /u/ targeteket pedig artikulációsan kisebb hatást érhetett, mint az /i/ targeteket artikulációsan és az /u/ targeteket akusztikailag, de ilyen tendenciák nem köszönnek vissza szembetűnően az adatokban (sőt a szóródásadatok szerint az /u/ például még nagyobb koartikulációs hatást is szenvedett el artikulációsan, mint akusztikailag). A másik, ugyancsak az anyag jellegéből következő hatás abból fakadhatott, hogy a trigger magánhangzók hangsúlytalanok voltak. Abban az esetben ugyanis, ha a trigger a hangsúly hiányában valóban kisebb hatást vált ki, mint akkor, ha hangsúlyos pozícióban van, a rezisztenciát nem a maximális koartikulációs hatás mellett vizsgáltuk. Az adatok azonban azt mutatták, hogy a hangsúly nem növelte a magánhangzók koartikulációs agresszióját, így ezt a fenntartást – illetve magyarázatot a várt tendenciák fel nem bukására – minden bizonnyal szintén elvethetjük.

A magánhangzók koartikulációs agresszivitását kizárólag az előrefelé ható koartikulációban és csak hangsúlytalan (második és harmadik szótagi) célmagánhangzókkal vizsgáltuk. A célmagánhangzók hangsúlyossága ideális körülmény, hiszen ha van is következménye a hangsúlyosságnak (amire korábbi adataink nem utalnak egyértelműen, vö. Deme et

al. 2019a, 2022b), akkor az az, hogy éppen a vizsgált esetben volt maximalizált a trigger magánhangzók koartikulációs hatása. Emellett azonban, mint azt említettük, korábbi eredményeink szerint a progresszív koartikuláció erősebb a magyarban a regresszívnél az akusztikumban az /i/-ben és az artikulációban az /u/-ban (Deme et al. 2022a). Ez pedig a koartikulációs agressziót illető adatokra nézve azt jelentheti, hogy az /i/-ben az akusztikumban és az /u/-ban az artikulációban ez a hatás „rágégitthetett” a vizsgált faktornak, azaz a trigger hangsúlyosságának hatására. Ami miatt ez nem számottevő probléma módszertani szempontból, az az a tény, hogy a jelen elemzésben az artikuláció és akusztikum adatait egymással közvetlenül nem vetettük össze, illetve a magánhangzók között található különbségek sem képezték a kutatás központi kérdését. Emellett a fent említett körülmények a várt hatások fel nem bukkanását sem magyarázzák.

Minden kétséget kizáró magyarázatot nem tudunk tehát megfogalmazni arra nézve, hogy miért látjuk a magyarban a hangsúly befolyásoló hatásának hiányát a koartikulációs rezisztencia és agresszió tekintetében a magánhangzók közötti koartikulációban.

Kiemelendők még a magánhangzók között talált eltérések a koartikulációs változatosságot illetően. A relatív szóródás, tehát a magánhangzók közötti változatosságát, a megvalósulások homogenitását számszerűsítő mérőszám a jelen kísérletben azt mutatta, hogy az /u/ általánosan nagyobb változatossággal valósul meg, mint az /i/, a beszéd mindkét vetületében (az artikulációban és akusztikumban egyaránt). Emellett a centralizációt leképező távolságadatok bár nem minden esetben, de szintén mutatták azt, hogy az /u/ megvalósulásai jobban eltérnek egymástól a koartikuláció hatására, mint az /i/ megvalósulásai. Ezzel kapcsolatosan logikusnak látszana azt feltételezni, hogy az /u/ intenzíven kevésbé ellenálló a koartikulációs hatásoknak, és hajlamosabb módosulni például egy transzkonzonantális magánhangzó hatására. Korábbi adatainkkal összevetve azonban inkább arra lehet következtetni, hogy ez csak tendenciaszerű eltérés a két beszédhang között, mely bizonyos megvalósulások egyes csoportjaiban (azaz egyes lehetséges mintákban) megjelenik, míg másokban nem: további vizsgálataink ugyanis csak részben, illetve nem, vagy nem egyértelműen demonstrálták ezt a különbséget a beszédhangok között (Deme et al. 2019a, 2022b), vagy akár ennek az ellenkezőjét is mutatták, és az /i/-ben megjelenő nagyobb fokú változatosságra utaltak az /u/-hoz képest (Deme et al. 2022a).

A magánhangzók megvalósulásának eltéréseit számos tényező okozhatja vagy befolyásolhatja. Ilyen tényező lehet például a magánhangzók minősége összefüggésben a magánhangzórendszer sűrűségével (Manuel 1990) és a függőleges nyelvhelyzettel (Mok 2011) (mindkettőhöz ld. még Deme et al. 2019a és Deme et al. 2022b összefoglalásai). Feltehető ugyanis, hogy a magánhangzótér kevésbé sűrű pontjain elhelyezkedő beszédhangok (pl. az /u/) nagyobb változatossággal valósulhatnak meg úgy, hogy az még nem okozza a kérdéses beszédhang összetéveszthetőségét más, szomszédos beszédhangokkal, szemben a sűrűbb régiókban elhelyezkedő vokálisokkal (pl. /i/), ahol a nagyobb fokú változatosság könnyebben okozhat zavart az észlelésben (Manuel 1990). Ám egyes vizsgálatok szerint elsődlegesen nem a magánhangzótér sűrűsége a meghatározó, hanem inkább a nyelv függőleges helyzete (Mok 2011), illetve egyéb szempontok mentén is komplexebb a kérdés a kiinduló feltevésnél. Ahogyan pedig arra fentebb is utaltunk, saját kísérletesorozatunk is inkább ezt a komplexitást sejteti, és nem utal egyértelműen arra, hogy a sűrűbb magánhangzótéri régiókban kisebb változatossággal valósulnának meg a beszédhangok.

Mint minden kutatás, a jelen tanulmányban bemutatott kísérlet esetében is vannak olyan aspektusok, melyek az eredmények általánosíthatóságát korlátozzák. Zárásképp ezekről a szempontokról teszünk említést.

Amint arra már hasonló kutatásaink esetében, több helyütt is utaltunk, az artikuláció elemzésére alkalmazott módszer, az elektromágneses artikulográfia segítségével a jelen vizsgálatban is elsősorban a nyelvtest egészének (lényegében a súlypontjának) a helyzetét vehettük számításba, míg az elemzett akusztikai adatok (az F_2 frekvenciája) a toldalékcső egészének akusztikus tevékenységéről adnak képet. Ily módon az itt elemzett artikulációs és akusztikai adatok párhuzamossága nem volt teljes. Megjegyezzük ugyanakkor, hogy ez az eltérés az adatokban lényegében minden artikulációs vizsgálati módszertan esetében fennáll, tehát ilyen értelemben nincsenek jobb vagy alkalmasabb módszertanok sem, hiszen más módszerek pusztán annyiban mások, hogy más „dimenzióit” veszítik el a leképezésben az akusztikai szerkezet kialakításáért felelős teljes artikulációs csatornának (jórésztben egyébként feltehetőleg ez az oka annak is, hogy a párhuzamos artikulációs és akusztikai elemzések meglehetősen ritkák). A vizsgálatunkban az artikulációban és az akusztikumban talált tendenciák esetleges eltérései tehát részben betudhatók lehetnek ennek az oknak. Mivel azonban a kutatásban magánhangzók ejtését elemeztük, amelyek minőségének kialakítása elsősorban a nyelv helyzeté-

nek függvénye, biztosított, hogy az adatok nagymértékben a releváns artikulációs mozgásokat képezték le.

Összefoglalásul kutatásunk eredményei tehát azt mutatták, hogy álszavakon, a felső nyelvvállású /i/ és /u/ hangokon a hangsúly általánosságban nem növeli a magyarban a magánhangzók koartikulációs ellenállását és agresszióját, kizárólag a rezisztencia esetében láttunk erre utaló adatokat a távolság mérőszámában az /u/ akusztikai szerkezetében (bár ugyanitt az /i/ a várttal ellentmondóan éppen hangsúlyos szótagban idomult nagyobb mértékben). Ezek az eredmények hasznos adalékul szolgálnak a folyamatos beszéd leírásában, és nem csak a magyar nyelv viszonylatában. Rámutatnak ugyanis, hogy a koartikulációs folyamatok, valamint a hangsúly szerepe ezekben nem uniform a nyelvek között. Ez pedig – többek között – azt az elképzelést is megerősíti, mely szerint a koartikulációs folyamatok bár nagymértékben a mozgó tömegek tehetetlenségével vannak összefüggésben, mégis a nyelvtan, illetve fonológia által vannak meghatározva.

Irodalom

- Bang, Hye-Young (2017), The acoustic counterpart to coarticulation resistance and aggressiveness in locus equation metrics and vowel dispersion. *Journal of the Acoustical Society of America* 141: EL345-EL350.
- Bates, Douglas – Mächler, Martin – Bolker, Ben – Walker, Steve (2015), Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software* 67: 1–48.
- Boersma, Paul – Weenink, David (2019), Praat: doing phonetics by computer [Computer program]. Version 5.4. <http://www.praat.org/> [letöltés: 2019. szeptember 21.]
- Beddor, Patricia S. – Harnsberger, James D. – Lindemann, Stephanie (2002), Language-specific patterns of vowel-to-vowel coarticulation: Acoustic structures and their perceptual correlates. *Journal of Phonetics* 30: 591–627.
- Cho, Taehong (2004), Prosodically conditioned strengthening and vowel-to-vowel coarticulation in English. *Journal of Phonetics* 32: 141–176.
- Cole, Jennifer S. – Linebaugh, Gary – Munson, Cheyenne – McMurray, Bob (2010), Unmasking the acoustic effects of vowel-to-vowel coarticulation: A statistical modelling approach. *Journal of Phonetics* 38: 167–184.
- Conklin, Jenna T. (2019), The roles of vowel harmony and stress in predicting vowel-to-vowel coarticulation. PhD dissertation. Purdue University Graduate School.

- Deme Andrea – Bartók Márton – Grácsi Tekla Etelka – Csapó Tamás Gábor – Markó Alexandra (2019a), A mondathangsúly hatása a magánhangzók megvalósulásának változatosságára. *Nyelvtudományi Közlemények* 115: 199–232.
- Deme, Andrea – Bartók, Márton – Grácsi, Tekla Etelka – Csapó, Tamás Gábor – Markó, Alexandra (2019b), V-to-V Coarticulation induced acoustic and articulatory variability of vowels: the effect of pitch-accent. In: Gernot, Kubin – Zdravko, Kačič (eds), *The 20th Annual Conference of the International Speech Communication Association (Interspeech 2019)*. International Speech Communication Association (ISCA), Graz. 3317–3321.
- Deme, Andrea – Bartók, Márton – Csapó, Tamás Gábor – Grácsi, Tekla Etelka – Markó, Alexandra (2021), Acoustic and articulatory vowel variation as quality shift and increased variance in anticipatory and carryover vowel-to-vowel coarticulation. In: Tiede, M. – Whalen, D. H. – Gracco, V. (eds), *Proceedings of the 12th International Seminar on Speech Production*. Haskins Press, New Haven (CT). 32–35.
- Deme Andrea – Bartók Márton – Csapó Tamás Gábor – Grácsi Tekla Etelka – Juhász Kornélia – Markó Alexandra (2022a), A magánhangzók centralizációja és produkciós homogenitása az előrefelé és hátrafelé ható magánhangzók közti koartikulációban – artikulációs és akusztikai adatok. In: Mády Katalin – Markó Alexandra (szerk.), *Általános Nyelvészeti Tanulmányok XXXIV. Fonetikai tanulmányok*. Akadémiai Kiadó, Budapest. 15–50.
- Deme, Andrea – Bartók, Márton – Csapó, Tamás Gábor – Grácsi, Tekla Etelka – Markó, Alexandra (2022b), The effect of pitch-accent on the acoustic and articulatory variability of vowels: a real-word EMA study. [Kézirat.]
- Farnetani, Edda (1990), VCV lingual coarticulation and its spatiotemporal domain. In: Hardcastle, William J. – Marchal, Alain (eds), *Speech production and speech modelling*. Kluwer, Dordrecht. 93–130.
- Farnetani, Edda – Recasens, Daniel (2010), Coarticulation and connected speech processes. In: Hardcastle, William J. – Laver, John – Gibbon, Fiona E. (eds), *Handbook of phonetic sciences*. (2nd ed.) Wiley Blackwell, Chichester. 31–65.
- Fowler, Carol A. (1981), Production and perception of coarticulation among stressed and unstressed vowels. *Journal of Speech and Hearing Research* 24: 127–139.
- Fowler, Carol A. – Brancazio, Lawrence (2000), Coarticulation resistance of American English consonants and its effects on transconsonantal vowel-to-vowel coarticulation. *Language and Speech* 43: 1–41.
- Genzel, Suse – Ishihara, Shinchihiro – Surányi, Balázs (2015), The prosodic expression of focus, contrast and givenness: A production study of Hungarian. *Lingua* 165: 183–204.

- de Jong, Kenneth. J. (1995), The supraglottal articulation of prominence in English: Linguistic stress as localized hyperarticulation. *Journal of the Acoustical Society of America* 97: 491–504.
- de Jong, Kenneth – Beckman, Mary E. – Edwards, Jan (1993), The interplay between prosodic structure and coarticulation. *Language and Speech* 36: 197–212.
- Kuznetsova, Alexandra – Brockhoff, Per Bruun – Christensen, Rune Haubo Bojesen (2017), lmerTest package: Tests in linear mixed effects models. *Journal of Statistical Software* 82: 1–26.
- Krepsz Valéria (2015), Magánhangzó-időtartamok alakulása a hangsor hossza és az életkor függvényében. In: Váradi Tamás (szerk.), VI. Alkalmazott Nyelvészeti Doktoranduszkonferencia. MTA Nyelvtudományi Intézet, Budapest. 17–29.
- Lehiste, Ilse (1972), The timing of utterances and linguistic boundaries. *The Journal of the Acoustical Society of America* 51: 2018–2024.
- Lenth, Russel V. (2016), Least-squares means: the R package lsmeans. *Journal of Statistical Software* 69: 1–33.
- Mády, Katalin – Kleber, Felicitas (2010), Variation of pitch accent patterns in Hungarian. *Proceedings of Speech Prosody 2010*.
<http://speechprosody2010.illinois.edu/papers/100924.pdf> [letöltés: 2022. július 11.]
- Magen, Harriett (1997), The extent of vowel-to-vowel coarticulation in English. *Journal of Phonetics* 25: 187–205.
- Manuel, Sharon Y. (1990), The role of contrast in limiting vowel-to-vowel coarticulation in different languages. *Journal of the Acoustical Society of America* 88: 1286–1298.
- Manuel, Sharon Y. – Krakow, Rena Arens (1984), Universal and language particular aspects of vowel-to-vowel coarticulation. *Haskins Laboratories Status Report on Speech Research SR-77-78*: 69–78.
- Mok, Peggy K. (2011), Effects of vowel duration and vowel quality on vowel-to-vowel coarticulation. *Language and Speech* 54: 527–544.
- Mok, Peggy K. (2013), Does vowel inventory density affect vowel-to-vowel coarticulation? *Language and Speech* 56: 191–209.
DOI: 10.1177/0023830912443948
- Morey, Richard D. (2008), Confidence intervals from normalized data: A correction to Cousineau (2005). *Tutorial in Quantitative Methods for Psychology* 4: 61–64.
- Munson, Benjamin – Solomon, Nancy Pearl (2004), The effect of phonological neighborhood density on vowel articulation. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research* 47: 1048–1058.
- Öhmann, Sven E. G. (1966), Coarticulation in VCV utterances: spectrographic measurements. *Journal of the Acoustical Society of America* 39: 151–168.

- R Core Team (2018), R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. <https://www.R-project.org/>. [letöltés: 2018. szeptember 11.]
- Recasens, Daniel (1984), V-to-V coarticulation in Catalan VCV sequences. *Journal of the Acoustical Society of America* 76: 1624–1635.
- Recasens, Daniel (2002), An EMA study of VCV coarticulatory direction. *The Journal of the Acoustical Society of America* 111: 2828–2841.
- Recasens, Daniel (2021), A study of jaw coarticulatory resistance and aggressiveness for Catalan consonants and vowels. *Journal of the Acoustical Society of America* 132: 412–420.
- Recasens, Daniel – Espinosa, Aina (2009), An articulatory investigation of lingual coarticulatory resistance and aggressiveness for consonants and vowels in Catalan. *Journal of the Acoustical Society of America* 125: 2288–2298.
- Recasens, Daniel – Rodríguez, Clara (2016), A study on coarticulatory resistance and aggressiveness for front lingual consonants and vowels using ultrasound. *Journal of Phonetics* 59: 58–75.
- Reichel, Uwe D. (2012), Perma and Balloon: Tools for string alignment and text processing. In: Sproat, Richard (ed.), *Proceedings of Interspeech 2012*. Portland, Oregon, USA. 1874–1877.
- Scarborough, Rebecca (2012), Lexical similarity and speech production: Neighbourhoods for nonwords. *Lingua* 122: 164–176.
- Schiel, Florian (1999), Automatic phonetic transcription of nonprompted speech. In: Ohala, John J. (ed.), *Proceedings of the 14th International Congress of Phonetic Sciences ICPHS 99*, San Francisco, 1-7 August 1999. San Francisco. 607–610.
- Sharf, Donald J. – Ohde, Ralph N. (1981), Psychological, acoustic, and perceptual aspects of coarticulation. Implications for the remediation of articulatory disorders. In: Lass, Norman J. (ed.), *Speech and language: Advances in basic research and practice*. Vol 5. Academic Press, New York. 253–247.
- Shaw, Jason – Gafos, Adamantios – Hoole, Phil – Zeroual, Chakir (2009), Syllabification in Moroccan Arabic: Evidence from patterns of temporal stability in articulation. *Phonology* 26: 187–215.
DOI: 10.1017/S0952675709001754
- Whalen, Douglas – Chen, Wei-Rong – Tiede, Mark – Nama, Hosung (2018), Variability of articulator positions and formants across nine English vowels. *Journal of Phonetics* 68: 1–14.
- Winkelmann, Raphael – Jaensch, Klaus – Cassidy, Steve – Harrington, Jonathan (2018), emuR: Main Package of the EMU Speech Database Management SystemR, package version 1.1.1. [letöltés: 2018. március 13.]