

## EGYES TESTALKATI PARAMÉTEREK ÉS A KITÖLTÖTT SZÜNETEK FORMÁNSSZERKEZETE KÖZÖTTI ÖSSZEFÜGGÉS VIZSGÁLATA FÉRFI BESZÉLŐKNÉL

Gocsál Ákos

PTE MK, MTA Nyelvtudományi Intézet

### Bevezetés

A legtöbben megtapasztalhattuk – írja Krauss (2002) egyik munkájában –, hogy amikor először látunk egy olyan személyt, akit előtte csak a hangja alapján, például rádióból vagy telefonon keresztül ismertünk, akkor igencsak meglepődünk az illető kinézetén. Ennek oka az, hogy a hangokhoz sztereotípiákat rendelünk, és ha a vizuális csatornán nem áll rendelkezésünkre információ, akkor sztereotípiáink alapján elképzeljük a beszélőt. Ezek a sztereotípiák ugyanakkor gyakran félrevezetőek, a benyomás kialakításához felhasznált, észlelt beszédparaméterek a valóságban sokszor egyáltalán nem korrelálnak a beszélő tényleges tulajdonságaival.

Jelen munkánk központi kérdése ennek a problémakörnek egy részterülete: egyes testalkati paraméterek – nagyobb hangsúllyal a testmagasság, de emellett a testsúly és a testtömegindex – illetve a beszéd akusztikai struktúrái közötti esetleges összefüggések vizsgálata. Vissza lehet-e következtetni az akusztikai paraméterekből a beszélő testmagasságára? Személyészlelési kísérletekben számos kutatás igazolta néhány beszédakusztikai paraméter sztereotipikus szerepét. Ismeretes például, hogy a mélyebb alaphang magasabb, testesebb beszélő benyomását kelti a hallgatókban (van Dommelen–Moxness 1995; Feinberg et al. 2005; Pisanski–Rendall 2011). Az alaphang és a testmagasság között feltételezett kapcsolat objektív vizsgálata azonban nem igazolt korrelációt (Künzel 1989; Evans et al. 2006; González 2007). Ennek okát Fitch (1997) abban látta, hogy a gégeporcok a test többi részétől függetlenül növekednek, így a gége, és különösen a hangszalagok mérete a többi testrésztől függetlenül alakulhat, különösen a férfiaknál, akiknél serdülőkorban a gége, a hangszalagok, és a toldalékcső növekedése a magas tesztoszteronszint miatt gyorsabb és erőteljesebb (Puts et al. 2007). Emellett pedig az alaphang használata kultúrafüggő is lehet (Evans et al. 2006). A toldalékcső hossza és a beszélő testmagassága között azonban igen szoros ( $r = 0,926$ ;  $p < 0,0001$ ) korrelációt állapított meg Fitch és Giedd (1999), így kézenfekvőnek tűnik az a feltételezés, hogy a toldalékcső hosszával összefüggő beszédakusz-

Gocsál Ákos 2018. Egyes testalkati paraméterek és a kitöltött szünetek formánsszerkezete közötti összefüggés vizsgálata férfi beszélőknél. *Beszédkutatás* 2018. 63–84.

tikai paramétereiből megbízhatóan lehet visszakövetkeztetni a beszélő testmagasságára.

Ennek matematikai leírásához kiindulópontként jól használható Fant ismert forrás-szűrő elmélete, amelyet a szerző jelen munkánk szempontjából fontos szempontokkal is kiegészített (pl. Fant 1966, 1967). A legegyszerűbb akusztikai modell szerint a toldalékcső egyik végén zárt, másik végén nyitott lineáris cső, amelyben a negyed, háromnegyed, öt negyed stb. hullámhossznál jelentkeznek a rezonanciafrekvenciák, amelyek az (1) számú képlet segítségével határozhatók meg (pl. Fitch 1997; Johnson 2003:96). A képletben  $i$  jelzi az adott formáns sorszámát,  $c$  a hang terjedési sebességét,  $L$  a cső hosszát.

$$F_i = \frac{(2i - 1)c}{4L} \quad (1)$$

A képlet alapján kiszámolható, hogy hol várhatóak a formánsfrekvenciák, ha ismert a toldalékcső hossza. Egy férfi beszélőnél átlagosnak tekinthető, 17,5 cm-es toldalékcső esetében,  $c = 340$  m/s hangsebességgel számolva, az első formánst megközelítőleg 500, a másodikat 1500, a harmadikat 2500 Hz közelében várhatjuk. Megfordítva, a formánsfrekvenciák ismeretében, az egyenlet átrendezésével következtetni lehet a toldalékcső hosszára (van Dommelen–Moxness 1995; Fitch–Reby 2001; Dusan 2005).

$$L = \frac{(2i - 1)c}{4F_i} \quad (2)$$

Ennek alapján pedig – mivel a fentiekben már láttuk, hogy a toldalékcső hossza és a testmagasság erősen korrelál –, várhatjuk, hogy a testmagasság jó közelítéssel megbecsülhető.

Az (1) és (2) számú képletek azonban csak abban az esetben közelítik jól a valós értékeket – akár formánsfrekvenciákat, akár a toldalékcső hosszát kívánjuk kiszámítani –, ha a toldalékcső alakja ténylegesen hasonlít a félig nyitott csőhöz, nincsenek benne jelentős szűkületek. Ez a semleges magánhangzó, az [ə] esetében érvényesül (Hayward 2000: 88), jól artikulált magánhangzók esetében azonban már kevésbé. Ennek oka az, hogy míg az [ə] képzésekor a cső átmérője jó közelítéssel egyenletesnek tekinthető (van Dommelen–Moxness 1995), addig a jól artikulált magánhangzók képzésekor szűkületek keletkeznek, amelyek a képzett magánhangzó jellegének megfelelően befolyásolják a cső rezonancia-válaszgörbéjét. Ennek a problémának a legegyszerűbb feloldása az, ha a toldalékcsővet két, egymáshoz illesztett, különböző átmérőjű csőnek tekintjük. A „hátsó” cső, gége és a nyelvhatás közötti, garati üreg akusztikai szempontból zárt csőnek tekinthető, míg a nyelvhatás és a szájnyílás közötti, „elülső”, szájüregi rész félig nyitott csőként modellezhető. Fant (1966) korábbi, forrás-szűrő elméletét, illetve ezeket a megfontolásokat alapul véve közölt formánseredményeket. Radiológiai vizsgálattal megállapította egy beszélő toldalékcsővének hosszát,

majd megmérte, illetve az általa felállított modell és az anatómiai adatok alapján kiszámította az [i] hang formánsait. A legnagyobb egyezést F2 esetében találta, a férfi beszélőnél a két érték megegyezett (2060 Hz), a női beszélőnél mindössze 50 Hz volt a különbség (mért: 2600 Hz, számított: 2650 Hz). Az 1. formáns két értékére a női beszélőnél szintén kicsi (mért: 240 Hz, számított: 247 Hz), a férfi beszélőnél nagyobb (mért: 225 Hz, számított: 156 Hz) különbséget kapott. Hasonló modell alapján közölt formánsértékeket Lindblom és Sundberg (1972), akik ugyanakkor felvetették – szintén Fant 1960-ban publikált, eredeti modelljére hivatkozva –, hogy a szűkületnek is van egy meghatározható hosszúsága, tehát még pontosabb eredmények kaphatók, ha a toldalékcso teljes hosszát három különböző átmérőjű, azaz garati, szűkületi és szájüregi szakaszra osztják fel.

Megjegyzendő, hogy léteznek más, bonyolultabb matematikai apparátust alkalmazó, több szakaszból építkező modellek is. Ahmadi és McLoughlin (2012) például – mások által, korábban leírtak alapján – 22, különböző átmérőjű szakaszból épített fel egy mesterséges toldalékcsovet, amely igen jó minőségben produkált magánhangzókat. Ennek ellenére, a két, illetve három csőszakasz alapján építkező modellek is széles körben elterjedtek, ugyanis már ezek is jól magyarázzák a magánhangzó-minőségeket, ugyanakkor jóval egyszerűbb a matematikai apparátusuk.

A toldalékcso méretének becslésével kapcsolatban több szerző munkájában is megjelenik egy Fitch (1997) által bevezetett paraméter, a formánsdiszperzió (pl. Rendall et al. 2005; Evans et al. 2006). Ez a paraméter azt mutatja, hogy a szomszédos formánsok átlagosan milyen távolságra helyezkednek el egymástól. Kiszámítása a (3) képlet alapján történik, amelyben  $N$  az összes vizsgált formáns száma,  $i$  az aktuálisan vizsgált formáns sorszáma,  $F$  a frekvenciája.

$$D_f = \frac{\sum_{i=1}^{N-1} F_{i+1} - F_i}{N-1} \quad (3)$$

Ebből levezetve, az első négy formánsra vonatkozóan a formánsdiszperzió az alábbiak szerint számítható ki (Rendall et al. 2005):

$$D_f = \frac{(F_2 - F_1) + (F_3 - F_2) + (F_4 - F_3)}{3} \quad (4)$$

Fitch (1997) azt feltételezte, hogy az így kiszámított diszperziós érték is tükrözi a testméretet. Rendall és munkatársai (2005), elismerve, hogy egyre többen alkalmazzák ezt a paramétert, kritikai véleményt is megfogalmaztak. Azt állapították meg, hogy mivel az F1 variabilitása a legkisebb, az F4-é pedig a legnagyobb, az említett (3) jelű számítási mód lényegében az F4 és az F1 különbségére redukálja a formánsdiszperzió értékét. Ez pedig akár azt is jelentheti, hogy a formánsdiszperziót csak az F4 határozza meg. Ennek a problémának egy lehetséges feloldása a formánsarányok kiszámítása. Smith

és munkatársai (2007) az F2/F1 és F3/F1 értékeket határozták meg és vontak le belőlük következtetéseket.

Bár a fenti – és egyéb, itt nem közölt – formulák alapján azt várnánk, hogy a formánsstruktúra jól tükrözi a testmagasságot, a kísérleti eredmények között sok a bizonytalanság és ellentmondás. Nem egyértelmű például, hogy melyik formáns, és milyen módon függ össze a testmagassággal. Pisanski és munkatársai (2014a) felvetik, hogy egyes formánsok megbízhatóbban jelezhetik a testméreteket, mint más formánsok, de bizonytalan, hogy melyek azok. Részben ugyanők egy másik munkájukban arra a következtetésre jutottak, hogy az első négy formáns közül a magasabbak megbízhatóbban tükrözik a testméreteket, mivel az F1-nek és az F2-nek elsősorban a beszédértésben van szerepük (Pisanski et al. 2014b). Hasonló véleményt fogalmazott meg Barreda (2016), aki ezt azzal magyarázta, hogy a mélyebb formánsok elsősorban fonémaspecifikus információkat hordoznak. Emiatt igen nagy lehet a változatosságuk, amelyek mellett a toldalékcsohosszak közötti, viszonylag kis különbségek eltűnhetnek. Javaslatuk szerint a testmagasságok becslésekor inkább az F3-t és az F4-et kellene alapul venni.

González (2004) az alaphang és öt különböző, izoláltan ejtett magánhangzó első négy formánsa és a beszélő testmagassága közötti korrelációkat vizsgálta. A férfi beszélők esetében egyedül az /e/ hang második formánsa, a női beszélőknél az /a/, /e/, /i/ hangok második, illetve az /e/ és /i/ hangok harmadik formánsa korrelált a testmagassággal. A korrelációs együttható minden esetben negatív előjelű volt, azaz a magasabb beszélőknél mélyebb formánsfrekvenciák adódtak, de a szerző, más mérései alapján is, igen gyenge összefüggésre következtetett mérési adatai alapján. Hatano és munkatársai (2012) az előzőekhez részben hasonló, részben azoktól eltérő eredményeket kapott. A férfi beszélők által izoláltan ejtett /a/, /e/, /i/, /o/ és /u/ magánhangzók realizációi közül csak az /e/ első, második és negyedik formánsa korrelált a toldalékcsohosszával, szintén negatív előjellel. A szerzők, ellentétben korábbi eredményekkel (Fitch–Giedd 1999), semmilyen korrelációt nem találtak az MRI-felvételek segítségével megállapított toldalékcsohosszak és a formánsfrekvenciák között, és a testmagasság sem korrelált a formánsfrekvenciákkal. Ugyanakkor gyenge, negatív előjelű összefüggés adódott az  $f_0$  és a testmagasság között, ami szintén arra utal, hogy az alacsonyabb beszélők magasabb alaphangon beszéltek, és fordítva, ami szintén ellentmond korábbi adatoknak, amelyek a testmagasság és az alaphang függetlenségét mutatták.

Dusan (2005) a TIMIT amerikai beszédkorpuszból beszélőnként 10 mondatot használt fel, amelyekből 20-20 magánhangzó-variánst emelt ki (pl.: /iy/, /ih/, /eh/ stb.). Több akusztikai paraméter kombinációjával (Mel-frekvenciás kepsztrum, LPC-k, formánsfrekvenciák, alaphang) 57%-os magyarázóerejű ( $R = 0,775$ ) lineáris regressziós modellt kapott, de az alaphang, illetve a formánsfrekvenciák és a testmagasság között külön elvégzett korrelációs számítások is szignifikáns kapcsolatot mutattak ki. A szerző 462 beszélő adatait fel-

használva, magas korrelációs együtthatót kapott ( $r = 0,721$ ) a toldalécsó becsült hossza és a beszélő testmagassága közötti összefüggésre.

Rendall és munkatársai (2005) izolált magánhangzókon, hVd és bVt szerkezetű szavakban ejtett magánhangzókon, egy szótagos szavakból álló mondatok magánhangzóin végeztek méréseket. A női beszélők esetében sem az alaphang, sem a formánsdiszperzió, de az első négy formáns sem adott szignifikáns magyarázóerőt, amikor a regressziós modellben a beszélő testmagasságát tekintették függő változónak. A férfiak esetében azonban a formánsdiszperzió szignifikáns magyarázóerőt adott a regressziós modellben a magánhangzóknál és az [ə] hangoknál is. A magánhangzóknál a 4. formáns  $p < 0,01$  szinten, az [ə] hang esetében pedig a 4. formáns  $p < 0,01$  szinten, az  $f_0$ , az F1 és az F2 pedig  $p < 0,05$  szinten adott szignifikáns magyarázóerőt, amikor a függő változó a beszélő testmagassága volt. Egy másik kutatásban viszont a formánsdiszperzió negatív előjellel, szignifikánsan korrelált a testmagassággal, ami azt jelentette, hogy magasabb beszélők esetében kisebb diszperziós értékek adódtak (Evans et al. 2006), azaz, a formánsok a magasabb beszélőknél sűrűbben jelentek meg.

Smith és munkatársai (2007) a korábban említett formánsarányokat vizsgálták meg hosszan kitarított magánhangzókon. A 170 cm-nél magasabb beszélőknél az arányszámok magasabbak voltak, mint a 150 cm alatti beszélőknél. A legnagyobb különbség az F3/F1 aránynál mutatkozott. Az eredmények azonban óvatosan kezelendők, mivel csak négy (két magas és két alacsony, gyermekkorú) beszélővel végezték a kísérletet.

Megemlítendő még, hogy egyes szerzők a testmagasság és a testtömeg négyzetének hányadosaként meghatározott testtömegindexet (*Body Mass Index*, BMI) használják az akusztikai paraméterekkel való összehasonlításhoz. Egy női beszélőkkel végzett kutatásban a BMI alapján túlsúlyosnak, illetve elhízottnak minősülő személyek alaphangja szignifikánsan mélyebb volt, mint azoké, akiknél a BMI a normál tartományba esett. Nem szignifikáns mértékben, de valamivel alacsonyabb volt az alaphang azoknál is, akiknél a normálnál kisebb BMI-t állapítottak meg (Souza–Santos 2017). Férfiaknál Evans és munkatársai (2006) azt találták, hogy az alaphang nem korrelált a BMI-vel, a testsúly azonban igen, a nagyobb testsúly szignifikánsan mélyebb alaphanggal járt együtt. Hadman és munkatársai (2013) pedig a BMI és két magánhangzó első négy formánsa között kerestek összefüggést, de nem találtak szignifikáns kapcsolatot.

További fontos kérdés annak vizsgálata, hogy a beszélő testmagasságának hang alapján történő megbecslése mennyire pontos, illetve a lehallgatók felhasználják-e a formánsstruktúrát a beszélő testmagasságának becsléséhez.

Gianni és munkatársai (1989) kimutatták, hogy a lehallgatók a 169 cm körüli testmagasságú férfi beszélő magasságát általában jól ítélik meg, az ennél magasabb beszélőket azonban jellemzően alul-, a 169 cm-él alacsonyabb beszélőket pedig felülbecslik. Hasonlóan alakultak az eredmények a női beszé-

lőknél is, azzal a különbséggel, hogy – az általuk közölt grafikon alapján – a kb. 163 cm magasságú beszélőkre jóvolt a modelljük helyes becslést, míg az ennél magasabb beszélőket jellemzően a valóságnál jellemzően alacsonyabbnak, a 163 cm-nél alacsonyabb beszélőket pedig magasabbnak vélték a lehallgatók. Mindkét esetben megfigyelhető volt, hogy minél távolabb esett a beszélő valós testmagassága a helyes becslés helyétől (azaz a 169, ill. 163 cm-től), annál nagyobb volt az alul- illetve felülbecslés mértéke.

Régebbi kutatások még arról számolnak be, hogy a lehallgatók helytelen sztereotípiaként a beszélő alaphangját használják a testméretek megbecsléséhez – ezt az álláspontot ma sem vitatható –, ugyanakkor ugyanilyen félrevezető, sztereotípián alapuló percepciók kulcsnak vélték a formánsszerkezetet is (González 2003).

Charlton és munkatársai (2013) 10 formánst tartalmazó, szintetizált hangokkal végzett kísérleteket. A formánsok az emberi toldalékcső méretének megfelelőek, továbbá a kísérlethez használt alaphangok is az ember által képezhető tartományba estek. A formánsszerkezetükben kismértékben különböző hangpárok közül a férfi lehallgatók szignifikánsan nagyobb arányban állapították meg helyesen, hogy melyik tartozhatott a „nagyobb” beszélőhöz. A testmagasságok becslése a mélyebb alaphangok esetében pontosabb volt, amit a szerzők annak tulajdonítottak, hogy ezekben az esetekben a sűrűbben elhelyezkedő harmonikusoknak köszönhetően a formánsok is egyértelműbben hallhatók.

Feinberg et al. (2005) magánhangzókat játszottak le kísérleti személyeknek. A kísérletek előtt a magánhangzókat többféleképpen is manipulálták. Egyrészt, létrehoztak olyan változatokat, amelyekben a formánsstruktúra változatlanul maradt, az alaphang viszont az eredetihez képest 20 Hz-cel mélyebb, illetve magasabb volt. Másrészt, a formánsstruktúrát változtatták meg úgy, hogy az formánsdiszperzió az eredetinek 95 illetve 105 %-a legyen. Ez utóbbival a különböző toldalékcső-hosszakat szimulálták. A lehallgatók „nagyobbknak” ítélték az elképzelt beszélőt, amikor a hallott magánhangzó mélyebb alaphanggal szólalt meg, illetve olyan formánsstruktúrával, amelyet hosszabb toldalékcsővel képzett. Hasonlóképpen, a hosszabb toldalékcsővel képzett magánhangzók alapján egy hétfokú skálán magasabb beszélőre következtettek a lehallgatók Smith és Patterson (2005) kísérletében. Ezt a szerzők a toldalékcső hossza és a testméretek közötti erős korrelációval magyarázták.

A hazai szakirodalomban Gósy (2001) foglalkozott hasonló kérdésekkel. Kísérletei azt mutatták, hogy a lehallgatók a mély hangú nők magasságát 52%-ban ítélték meg helyesen, míg a magas hangúakét csak 37,5%-ban. A mély hangú férfiak magasságát pedig 70,8%-ban, a magasabb hangúakét 50%-ban becsülték meg helyesen.

Jelen munkánkban magyar anyanyelvű beszélők hangmintáin végzünk méréseket azzal a céllal, hogy a testmagasság és akusztikai paraméterek – alap-

hang és formánszerkezet – között összefüggéseket keressünk. A korábbi kutatási eredményeket jellemzően kitartott, izolált magánhangzókra, esetleg szintén izoláltan ejtett szavakra vagy szótagokra vonatkozóan közölték a probléma kutatói. Ugyanakkor felmerül a kérdés, hogy a kimutatott összefüggések, a megfogalmazott bizonytalanságok spontán beszéden mért adatok esetében is ugyanúgy jelentkeznek-e. A spontán beszéden történő mérések azért fontosak, mert egyes alkalmazásoknál, például kriminalisztikai feladatoknál kutatói instrukciók alapján ejtett szavak, izolált hangzók nem állnak rendelkezésre.

A spontán beszéd egyik gyakori eleme a kitöltött szünet, amelynek pszicholingvisztikai háttéréről és akusztikai-fonetikai sajátosságairól már magyar anyanyelvű beszélőkre vonatkozóan is részletes adatok állnak rendelkezésre (pl. Bóna–Vakula 2013, Gósy et al. 2013, Gyarmathy 2015, Laczkó 2013). Az egyéni sajátosságok közül a korábbi kutatások az életkor lehetséges differenciáló szerepét vizsgálták. Azzal kapcsolatban azonban nem állnak rendelkezésre adatok, hogy esetleg más egyéni tulajdonságok, például a beszélő testalkatára jellemző paraméterek tükröződnek-e a kitöltött szünetek valamely akusztikai-fonetikai paraméterében. Jelen kutatásunk e probléma egy részterületének vizsgálja az alábbi kutatási kérdések alapján:

1. Kimutatható-e korreláció testmagasság és az alaphang, illetve formánsstruktúra között? Igazolható-e, hogy valamelyik formáns korrelációja erősebb a testmagassággal, mint más formánsoké?
2. A különböző életkorú személyeknél találhatók-e eltérések a kitöltött szünetek formánsszerkezetében?
3. Létezik-e összefüggés a formánsdiszperzió, illetve a formánsarányok és a testmagasság között?
4. Kimutatható-e összefüggés a mért beszédakusztikai paraméterek és a testtömegindex, esetleg a testsúly között?
5. A formánsértékek alapján megbecsült toldalékcsohosszak korrelálnak-e a beszélők valós testmagasságával?

A kérdésekhez kapcsolódóan hipotéziseket fogalmazunk meg:

1. Feltételezzük, hogy az alaphang nem, de a formánsstruktúra korrelál a testmagassággal. A magasabb beszélőknél mélyebb formánsértékeket várunk.
2. A különböző életkorú személyeknél eltérő formánsszerkezet mutatkozik.
3. A formánsarányok és a formánsdiszperzió különböznek a különböző testmagasságú beszélőknél. A magasabb beszélőknél feltételezett mélyebb formánsértékből kisebb arányok és diszperziós értékek adódnak.
4. A nagyobb testsúlyú, testtömegindexű személyek kitöltött szüneteiben mélyebb alaphangot, mélyebb formánsfrekvenciákat találunk.
5. A formánsértékek alapján kiszámított toldalékcsohosszak és a valós testmagasságok korrelálnak egymással.

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

A kísérletben ugyanannak a 24 férfi beszélőnek a beszédfelvételeit használtuk, akik korábbi kutatásunkban is szerepeltek (Gocsál 2017). A hangfelvételek a BEA adatbázisból származnak (Gósy et al. 2012), a beszélők életkora 20–72 év. Életkoruk eloszlása megközelítőleg egyenletes volt az említett tartományban. Két, életkorukat tekintve egymást követő beszélő között átlagosan 2,16 év volt a korkülönbség, ténylegesen 0-4 éves lépésköz volt közöttük. A beszélők testmagassága a 163-197 cm közötti tartományba esett, átlagos testmagasságuk 179,8 cm (SD=8,9 cm) volt, a testmagasságok normál eloszlást mutattak, kiugró érték nem volt. Testsúlyuk 60-100 kg, átlagosan 82 kg (SD=10,8 cm), az értékek szintén normál eloszlást mutattak, kiugró érték nélkül. A testtömegindex értéke 18,6 és 31,56 közé esett, átlagértéke 25,45 (SD=3,64), kiugró érték nem volt. A beszélők felsőfokú végzettségűek vagy egyetemi hallgatók, és nem dohányzók voltak.

Az akusztikai elemzéshez a BEA protokoll szerinti „interjú”, „érvelés”, illetve „társalgás” című részekből válogattunk *ö*-féle kitöltött szüneteket. Eredeti szándékunk szerint beszélőnként megközelítőleg azonos számú, olyan kitöltött szüneteket kívántunk felhasználni, amelyek előtt és után csendes szünetek voltak, hogy a koartikulációs hatásokat, amennyire csak lehet, kiküszöböljük. Ilyen kitöltött szünet azonban viszonylag kevés volt, ezért a méréseket olyan kitöltött szüneteken is elvégeztük, amelyek más környezetben, jellemzően szavak elejéhez vagy végéhez tapadva fordultak elő. A változatos előfordulások miatt beszélőnként jellemzően – de nem minden esetben – 20 kitöltött szüneten végeztük el a méréseket, majd a kapott értékeket átlagoltuk. A mérések során azt találtuk, hogy az egyik beszélő még így is rendkívül kevés *ö*-féle kitöltött szünetet produkált, emiatt a nála mért értékeket a további számítások során nem vettük figyelembe, azaz összesen 23 beszélő adatait használtuk fel. A mérésekhez összesen 444 kitöltött szünetet dolgoztunk fel. 16 beszélőnél 20, két beszélőnél 15, három beszélőnél 22, egy beszélőnél 28 kitöltött szünetet jelöltünk ki a kísérlethez. Ez utóbbi esetekben azért volt szükség 20-nál több hangra, mert az adott beszélők beszédében nagy arányban voltak irregulárisan képzett zöngék, és a hangzók közepén, ahol a méréseket végeztük, több esetben további számításokra nem alkalmas  $f_0$ -értékek adódtak. Két esetben pedig csak 15 kitöltött szünetet találtunk a rendelkezésre álló beszédmintákban, de ezt már elegendőnek ítéltük a számításokhoz.

Az akusztikai méréseket a Praat program segítségével végeztük (Boersma–Weenik 2014). A mérésre kijelölt kitöltött szünetek közepén az alaphangot, illetve az első öt formánst mértük meg automatikusan, egy erre a célra írt script segítségével. Babel és munkatársai (2014) közlése szerint az F5 nem mérhető megbízhatóan, amit saját adataink is részben megerősítettek. Három beszélőnél valóban, viszonylag kevés – 5, 7, illetve 9 – kitöltött szünet esetében volt az F5 mérhető, a többi esetben azonban legalább 10–15 F5-értéket kaptunk. A script futtatását követően az adatsorokat minden egyes beszélő



esetében ellenőriztük, és ahol szükséges volt, ott adattisztítást, illetve -korrekciót hajtottunk végre. Egyrészt, az irregulárisan képzett zöngékhez tartozó, extrém mély  $f_0$ -értékeket eltávolítottuk (vö. Markó 2013:19) és csak a modális zöngéken állapítottuk meg az átlagos alaphangot. Másrészt, az automatikusan kinyert formánsadatokat több helyen pontatlannak bizonyultak, különösen a legmélyebb hangú, illetve a rekedtesen vagy irreguláris zöngékkel beszélőknél. Gyakori hiba volt, hogy az F1-et nem észlelte a script, és az F2 értékét sorolta F1-nek, illetve az algoritmus nem talált helyes formánsértékeket, annak ellenére, hogy a formánsok a spektrogramon jól kirajzolódódtak. Ezekben az esetekben a formánsértékeket a Praat programban manuálisan, a spektrogram segítségével, a száskereszt megfelelő pozicionálásával állapítottuk meg.

Az összefüggések igazolásához a Pearson-féle korrelációs együtthatót számítottuk ki az SPSS 23 program használatával. Emellett lineáris regressziós modelleket állítottunk fel, melyekben függő változóként a testalkati paraméterek, magyarázó változóként pedig a mért, illetve kiszámított beszédakusztikai paraméterek szerepeltek. Minden esetben  $p < 0,05$  esetében tekintettük szignifikánsnak a vizsgált kapcsolatot.

### Eredmények

Az 1. táblázat tartalmazza a fenti módszerekkel megállapított átlagértékeket és szóródásokat az összes beszélőre vonatkozóan, összesítve. Az adatok megerősítik, hogy a kutatáshoz felhasznált kitöltött szünetek valóban  $\emptyset$ -féle jellegűek. Gósy (2004: 116) adatai alapján, a köznyelvi magánhangzókkel összehasonlítva a formánsadatokat az  $[\emptyset]$ , illetve az  $[\emptyset:]$  formánsaihoz állnak legközelebb (a hivatkozott munkában az  $[\emptyset]$  1. és 2. formánsa: 380 és 1600 Hz, az  $[\emptyset:]$ -é 400 és 1550 Hz). Megállapítható az is, hogy az F1- és F2-értékek is a Gósy et al. (2013) által, a  $[\emptyset]$  hangokra köztölt 320–640 Hz, illetve 1300–1900 Hz közötti tartományba esnek. A legnagyobb hasonlóságot Horváth (2014:40) eredményeivel találtuk, adatai szerint a férfi beszélők ejtésében vizsgált  $[\emptyset]$  hangok 1. formánsának 447,2 Hz, 2. formánsának pedig 1543 Hz volt az átlagértéke.

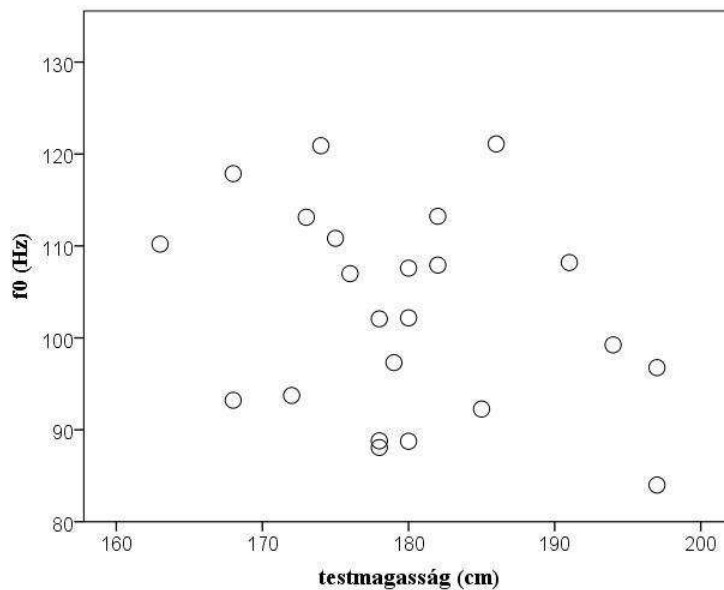
1. táblázat: A mért alaphang- és formánsadatokat (Hz-ben megadva)

	$f_0$	F1	F2	F3	F4	F5
<b>átlag</b>	102,49	484,60	1587,08	2505,22	3637,57	4707,49
<b>SD</b>	11,48	78,71	177,49	182,22	231,56	241,92

Megvizsgáltuk a formánsok egymás közti korrelációit is. Az F1 és az F3 egyetlen más formánssal sem korrelált, még tendenciaszerűen sem. Az F2 és az F4 között  $r = 0,474$  korrelációs együtthatóval,  $p < 0,05$  szinten, az F4 és az

F5 között pedig  $r = 0,584$  korrelációs együtthatóval,  $p < 0,01$  szinten találtunk korrelációt.

Az alaphang és a testmagasságok között az 1. ábrán látható összefüggést kaptuk. A korrelációs számítás eredménye:  $r = -0,287$ ;  $p = 0,184$ , ami az alaphang és a testmagasság függetlenségét mutatja.



1. ábra

A kitöltött szüneteken mért alaphang és a testmagasság összefüggése

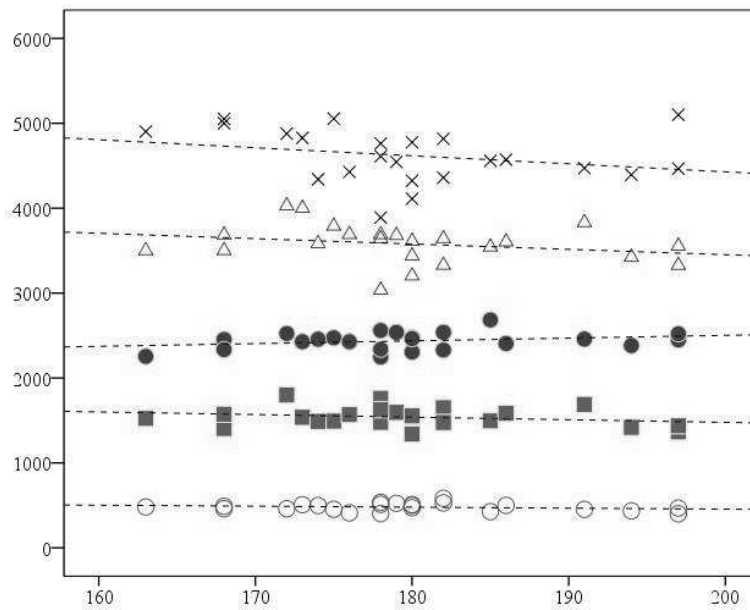
A következő lépésben összefüggéseket kerestünk a formánsértékek és a beszélő testmagassága között. A 2. táblázat tartalmazza a korrelációs együtthatókat, a 2. ábra pedig az adatokat grafikusán ábrázolja. Szignifikáns kapcsolatot egyetlen esetben sem találtunk.

2. táblázat: A testmagasság és formánsok korrelációs együtthatói

	F1	F2	F3	F4	F5
r	-0,227	-0,236	0,276	-0,244	-0,267

Az adatok alapján az ENTER módszerrel lineáris regressziós modellt is megpróbáltunk felállítani, de a 2. táblázatban közölt adatokkal összhangban

nem adódott szignifikáns eredmény ( $F(5,17) = 1,531$ ; nem szignifikáns, a továbbiakban: n.sz.).



2. ábra

A kitöltött szünetek formánsértékei a testmagasság függvényében

Második kérdésünk megválaszolásához megvizsgáltuk, hogy a kitöltött szünetek formánsszerkezete függ-e a beszélő életkorától. Korábbi kutatások ugyanis egyes magánhangzók esetében találtak ilyen jellegű összefüggéseket (Gósy–Bóna 2014). A 3. ábrán látható pontdiagram ábrázolja a kapott adatokat.

A korrelációs számítás ebben az esetben sem adott szignifikáns eredményt. A 3. táblázat tartalmazza a korrelációs együtthatókat, a 3. ábra pedig grafikus formában ábrázolja a kapott adatokat.

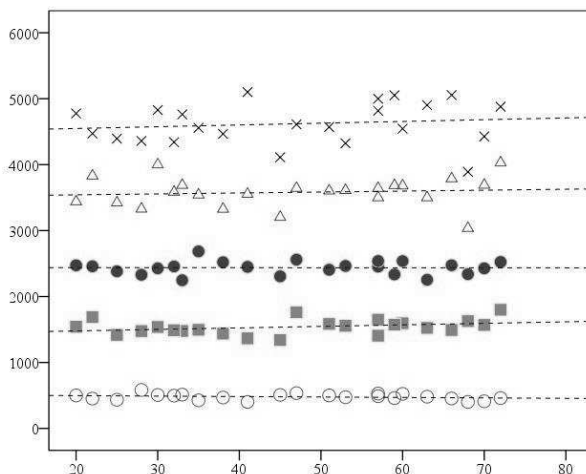
Egy újabb lineáris regressziós modellt kíséreltünk meg felállítani a kapott adatokkal, de ebben az esetben sem adódott szignifikáns magyarázóerejű modell ( $F(5,17) = 1,210$ ; n.sz.).

Harmadik kutatási kérdésünk a formánsdiszperzió és a testmagasság összefüggéseire vonatkozott. Ehhez kiszámítottuk az F2 és az F1 különbségét ( $D_{1-2}$ ), illetve a (3) jelű képlet alkalmazásával formánsdiszperzió értékeit a 3., 4., és 5. formánsig bezárólag ( $D_{1-3}$ ,  $D_{1-4}$ ,  $D_{1-5}$ ), a, minden egyes beszélőre vonat-

kozóan. A 4. táblázatban szereplő korrelációs együtthatók egyike sem utal arra, hogy a formánsdiszperzió értékei korrelálnának a beszélők testmagasságával.

3. táblázat: Az életkor és a formánsok korrelációs együtthatói

	F1	F2	F3	F4	F5
<b>r</b>	-0,245	0,328	-0,009	0,101	0,138



3. ábra

A kitöltött szünetek formánsai az életkor függvényében

4. táblázat: A testmagasság és a formánsdiszperziós értékek korrelációs együtthatói

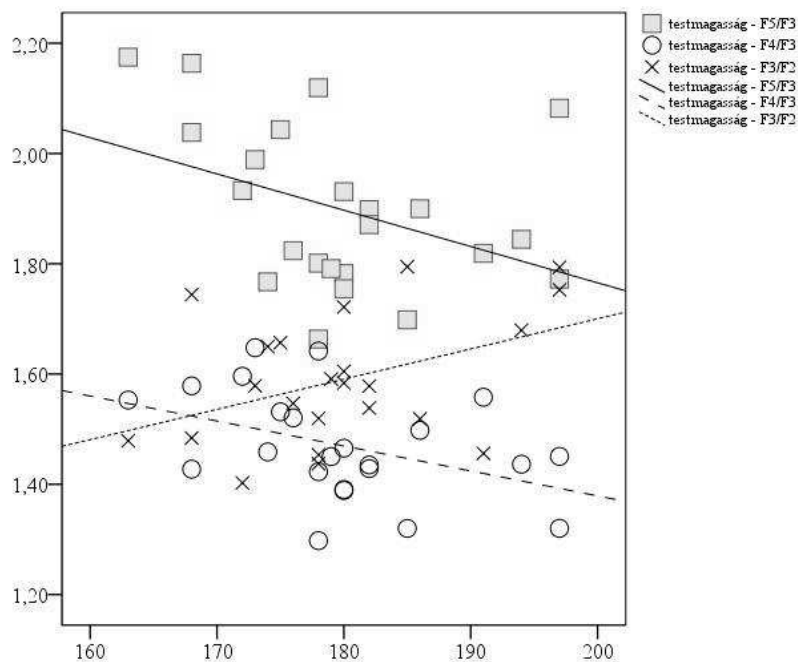
	D <sub>1-2</sub>	D <sub>1-3</sub>	D <sub>1-4</sub>	D <sub>1-5</sub>
<b>r</b>	-0,140	0,332	-0,197	-0,232

A következő lépésben az arányszámokkal végeztünk számításokat. Nem csak a Smith és munkatársai (2007) által javasolt F2/F1 és F3/F1 értékeit határoztuk meg, hanem az összes lehetséges arányszámot, amely a mért öt formánsérték között kiszámítható. Az 5. táblázatban csak három azt a adatot kö-

zöljük, ahol szignifikáns vagy tendenciaszerű (a  $p = 0,05$ -öt megközelítő szignifikanciaszinten) találtunk összefüggést. Három ilyen arányszám adódott, ezeket az 5. táblázat tartalmazza, grafikus ábrázolásuk pedig a 4. ábrán látható.

5. táblázat: A testmagasság és a formánsarányok korrelációs együtthatói

	F3/F2	F4/F3	F5/F3
<b>r</b>	0,418	-0,415	-0,397
<b>p</b>	0,047	0,049	0,061



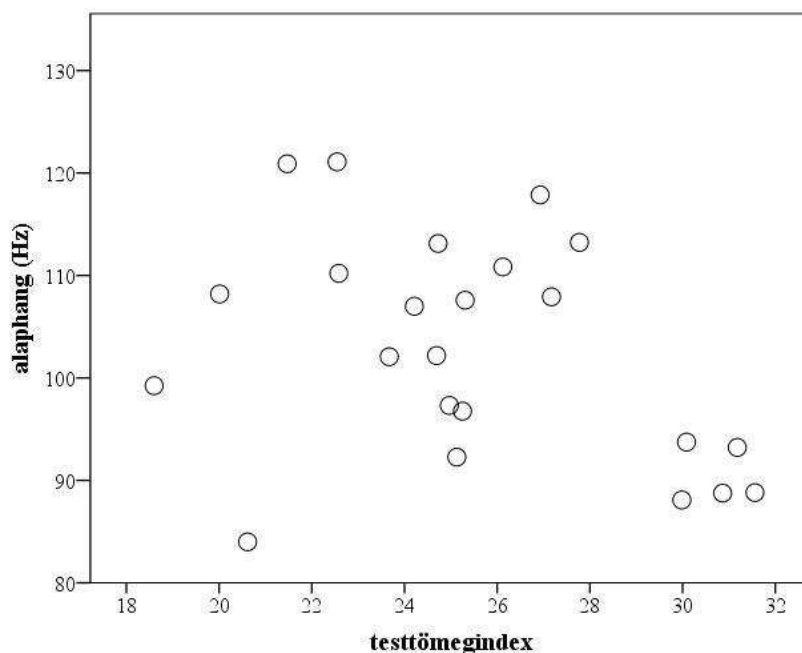
4. ábra

A formáns-arányszámok és a testmagasság összefüggései

Az ábráról leolvasható, de a korrelációs együttható előjele alapján is megállapítható, hogy az F3/F2 arány szignifikánsan nagyobb volt a magasabb beszélőknél. Másképp fogalmazva, a magasabb beszélőknél az F3 és az F2 egymástól távolabb, az alacsonyabb beszélőknél egymáshoz közelebb helyezkedett el. Az F4/F3 és az F5/F3 arányok ugyanakkor ellentétes irányú

kapcsolatot mutatnak a testmagassággal, a magasabb beszélőknél az F3-tól az F4, illetve tendenciaszerűen az F5 közelebb helyezkedett el. Ebből adódóan kisebb arányszám adódott.

Negyedik kutatási kérdésünk az akusztikai paraméterek és a testtömegindex közötti összefüggésre vonatkozott. Az 5. ábra mutatja az alaphang és a testtömegindex kapcsolatát.



5. ábra

A testtömegindex és az alaphang összefüggése

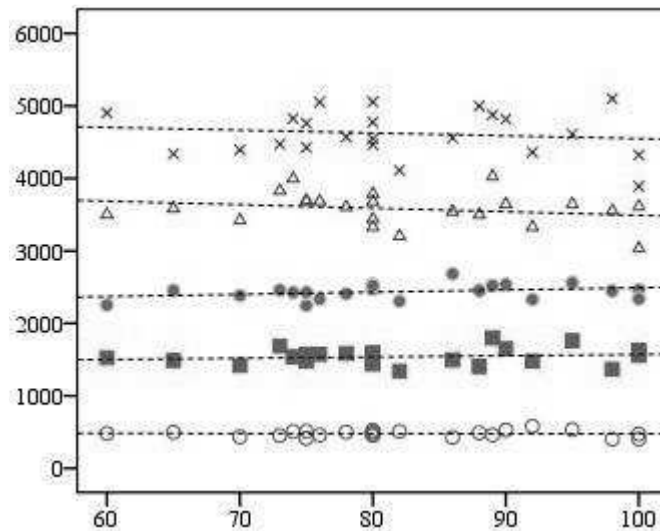
A korrelációs számítás nem igazolt szignifikáns korrelációt ( $r = -0,375$ ;  $p = 0,078$ ), de tendenciaszerűen a magasabb testtömegindexek mélyebb alaphanggal fordultak elő. Ha azonban a testtömegindex helyett a testsúllyal végezzük el a korrelációs számítást, akkor szignifikáns összefüggést kapunk ( $r = -0,584$ ;  $p < 0,01$ ), ami egyértelműen azt igazolja, hogy a magasabb testsúlyú személyek mélyebb alaphangon ejtették a kitöltött szüneteket.

A testtömegindex és a formánsstruktúra kapcsolatát is megvizsgáltuk. A 6. táblázat, illetve a 6. és 7. ábra adatai szerint nem mutatkozott szignifikáns összefüggés egyik esetben sem, és akkor sem, ha a fentiekhez hasonlóan, a számítást a testsúllyal végeztük el.

6. táblázat: A testtömegindex, a testsúly és a formánsok korrelációs együtthatói

		F1	F2	F3	F4	F5
<b>testtömeg-index</b>	<i>r</i>	0,100	0,311	0,121	-0,047	0,048
<b>testsúly</b>	<i>r</i>	-0,042	0,161	0,316	-0,229	-0,132

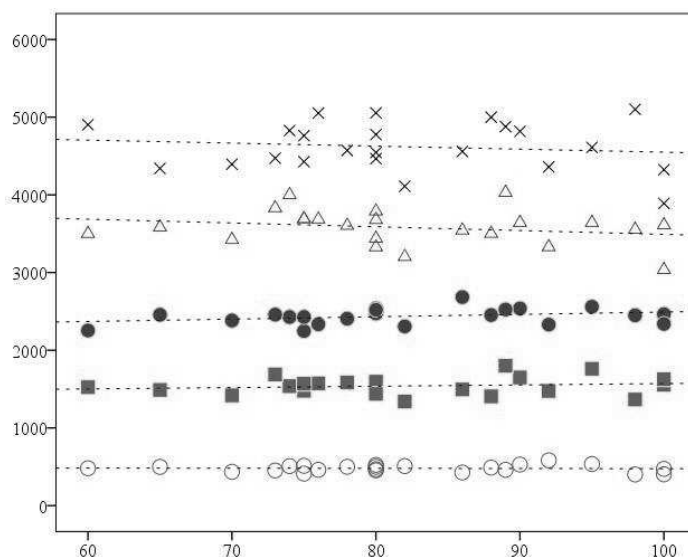
6. ábra



A testtömegindex és a formánsértékek összefüggései

Az ENTER módszerrel ismét megkíséreltünk regressziós modelleket felállítani. Ezek magyarázóereje a várakozásnak megfelelően nem volt szignifikáns (a testtömegindexre:  $F(5,17) = 0,961$ ; n.sz., a testsúlyra:  $F(5,17) = 1,321$ ; n.sz.).

Utolsó kutatási kérdésünk megválaszolásához először a mért formánsértékekből a (2) jelű képlet alapján megbecsültük a toldalékcso-hosszakat.



7. ábra

A testsúly és a formánsértékek összefüggései

Ezt követően korrelációs számítás segítségével megvizsgáltuk, hogy a becsült értékek összefüggnek-e a beszélők testmagasságával. A 7. táblázat tartalmazza a kapott korrelációs együtthatókat. Az adatok alapján megállapítható, hogy egyetlen esetben sem korrelált a becsült toldalékcsőhossz a formánsértékekkel.

7. táblázat: A formánsok alapján becsült toldalékcső-hosszak (L) és a testmagasságok korrelációs együtthatói

	L <sub>F1</sub>	L <sub>F2</sub>	L <sub>F3</sub>	L <sub>F4</sub>	L <sub>F5</sub>
<i>r</i>	0,255	0,253	-0,284	0,228	0,247

### Következtetések

Kutatásunk során azt vizsgáltuk, hogy az *ö*-féle kitöltött szüneteken mért alaphang, illetve első öt formáns összefüggést mutat-e a beszélő testmagasságával, illetve a testtömeg-indexével, testsúlyával.

Első és második kutatási kérdésünkre egy esetben sem kaptunk olyan választ, amely szignifikáns összefüggést igazolt volna, azaz, sem az alaphang, sem az első öt formáns értéke nem korrelált sem a testmagassággal, sem az életkorral. Így első hipotézisünk részben igazolódott – az alaphang nem kor-



relált a testmagassággal –, a második hipotézist viszont nem sikerült igazolni. Ennek ellenére a 2. ábrán olyan mintázat rajzolódik ki, amely azt sejteti, hogy az F3 kivételével a magasabb beszélőkhöz mélyebb formánsértékek tartozhatnak. Bár egyik kapcsolat sem szignifikáns, a korrelációs együtthatók elemzése bizonyos lehetőségeket előre vetít. Megállapítható ugyanis, hogy míg az F3-hoz tartozó korrelációs együttható gyakorlatilag 0-nak tekinthető, addig az F2-höz tartozó  $r$  értéke 0,328, ami abszolút értékben a legnagyobb a vizsgált öt formáns közül. Elképzelhető, hogy nagyobb és egységesebb mintán az F2 életkortól való függése igazolódik, azaz az idősebbeknél magasabb F2 mérhető. Ebben az esetben az *ö*-féle kitöltött szünetek ejtésével kapcsolatban hasonló megállapítások tehetők, mint amit Gósy és Bóna (2014) talált az [ɔ] hang esetében, tehát, az idősebbeknél a nyelv kissé előrébb helyezkedik el, emiatt adódik a magasabb F2. Ugyanakkor az F3 itt mért értékei inkább Gósy és Bóna (2014) kutatásában az [ɛ] magánhangzónál talált, közel azonos értékhez hasonlítanak.

A formánsdiszperzió értékei sem korreláltak a testmagassággal, ugyanakkor említést érdemel, hogy a  $D_{1-3}$  korrelációs együtthatójának értéke abszolút értékben jóval nagyobb a többinél ( $r = 0,332$ ). Ennek magyarázata lehet az, hogy az F3 és az F2 regressziós egyenesei kis mértékben széttartottak, így a magasabb beszélőkön nagyobb F3-F2 különbség tartozott (2. ábra). A formánsarányok vizsgálata azonban már szignifikáns kapcsolatot tárt fel. Úgy tűnik tehát, hogy – legalábbis az itt alkalmazott módszerrel gyűjtött adatok alapján – az F3 önmagában ugyan nem tükrözi a testmagasságot, de más formánsokkal képzett arányszámai szignifikáns kapcsolatban állnak a beszélő testmagasságával. Harmadik hipotézisünk tehát részben igazolódott, az egyik formánsarány-értékre szignifikáns összefüggés adódott.

Negyedik hipotézisünk is csak részben igazolódott. A nagyobb testsúlyú beszélők valóban mélyebb alaphangon beszéltek, a testtömegindex esetében azonban már nem adódott szignifikáns összefüggés, csak tendenciaszerű. A formánsadatok pedig egyik testalkati paraméterrel sem korreláltak.

Végül, ötödik hipotézisünket sem sikerült igazolni. A formánsértékekből kiszámított, megbecsült toldalékcso-hosszak egyik formáns esetében sem korreláltak a beszélő testmagasságával.

A feltárt eredmények a korábbi szakirodalmi adatokkal összevetve leginkább Hadman és munkatársai (2013) adatainak egy részével mutatnak hasonlóságot, akik az [a:] hang első négy formánsánál nem találtak korrelációt a beszélő testmagasságával. Igaz, kísérletükben [i:] hang második, harmadik és negyedik formánsa negatív előjellel, szignifikáns kapcsolatban állt a testmagassággal. A testtömegindex és a testsúly esetében Evans és munkatársai (2006) adataival megegyezően azt találtuk, hogy az alaphang nem korrelál a testmagassággal, a testsúly viszont igen. A formánsfrekvenciák alapján megbecsült toldalékcso-hosszak és a testmagasságok sem korreláltak. Ez az eredmény összhangban van Hatano és munkatársai (2012) eredményeivel,

akik öt magánhangzó közül négy esetben nem találtak korrelációt a formáns-szerkezet és a toldalékcso – MRI-felvételeken megmért – hossza között. Sőt, ellentmondva korábbi adatoknak, a toldalékcso hossza és a testmagasság között sem tudtak összefüggést igazolni.

Eredményeink alapján a legfontosabb kérdés annak tisztázása, hogy a kitöltött szünetek formánsadataiból miért nem lehetett egyértelműen következtetni a beszélők testmagasságára, vagy legalábbis miért nem adódott több helyen szignifikáns kapcsolat.

Ennek egyik oka az lehet, hogy a toldalékcsohossz és a testmagasság valóban nem, vagy csak nagyon gyengén korrelál (Hatano et al. 2012), így a várakozásokkal szemben az akusztikai adatokból nem, vagy csak igen nehezen, esetleg bizonyos feltételek mellett lehet a beszélő testméreteire visszakövetkeztetni.

A másik lehetséges okot a következőkben látjuk. Korábbi kutatások a leggyakrabban izolált hangzókat (Smith et al. 2007; Hatano et al. 2012; Hadman et al. 2013; Souza–Santos 2017) vagy jól meghatározott hangzókörnyezetben vagy egy szótagos szavakban ejtett magánhangzókat használták (Rendall et al. 2005; Pisanski–Rendall 2011; Pisanski et al. 2014a). Ezekben az esetekben a vizsgált magánhangzók nyelvi, pragmatikai funkciók, hangsúlyozás nélkül jelentek meg. Jelen kutatásunkban azonban spontán beszédből, különböző helyzetekben előforduló kitöltött szüneteket gyűjtöttük. Ismeretes, hogy a kitöltött szünetek megjelenése többféle okra vezethető vissza, és különböző funkciókban jelennek meg (Gósy et al. 2013, Horváth 2014:41, Laczkó 2013). Az egyes funkciókban megjelenő [ə]-szerű kitöltött szünetek formánsstruktúrái között kimutathatók különbségek, bár ezek a különbségek csak tendenciaszerűek (Horváth 2014: 44). Kutatásunkban nem különböztettük meg a kitöltött szüneteket ebből a szempontból, így elképzelhető, hogy az egyes beszélőknél különböző arányban fordultak elő a különböző nyelvi funkciókban megjelenő kitöltött szünetek. Ez pedig eredményezhette azt, hogy az egyes beszélőknél az adott beszédmintában gyakrabban előforduló funkciókban megjelenő kitöltött szünetek nagyobb súllyal szerepeltek az átlagértékekben, mint a ritkábban előforduló funkciók kitöltött szünetei.

További magyarázat lehet az is, hogy az egyes beszélők eltérő stratégiákat alkalmazhatnak az kitöltött szünetek realizációi során. Mivel spontán beszédet használtunk, a beszélők nem kaptak instrukciókat a kitöltött szünetek ejtéséhez. Így előfordulhat, hogy egyes beszélők egyéni sajátosságként erőteljesebb [ø]-s színezettel, mások hátrébb, [a:] -ba hajlóan képezték. Feltételeztük továbbá azt is, hogy az esetleges koartikulációs hatásokat ki tudjuk küszöbölni azzal, ha a formánsokat a hangzók közepén mérjük, illetve a mért 15-20 hangzó formánsértékeit átlagoljuk. Ezt azonban szintén nem ellenőriztük, például a különböző hangzókörnyezetekben előforduló kitöltött szünetek egymással való összehasonlításával, így az esetleges koartikulációs hatások sem zárhatók ki teljes bizonyossággal.

Az említett tényezők – a nyelvi funkció, az egyéni ejtési sajátosságok, illetve a koartikulációs hatások – torzító tényezőként szerepelhetnek. Másképp fogalmazva, elképzelhető, hogy ha ezek nem jelentkeznének a realizáció során, akkor az így kapott, ideális, „tisztá” esetben az ő-féle kitöltött szünetek formánsszerkezete már jól tükrözné a beszélő testmagasságát. Valószínűsíthető az is, hogy nagyobb mintán az itt tendenciaszerűen jelentkező kapcsolatok is szignifikánsan kimutathatók lennének. Ennek ellenére célszerűbbnek tűnik a jövőben más magánhangzókön megismételni a méréseket, mivel azok jóval nagyobb számban állnak rendelkezésre, így spontán beszédből könnyebb megfelelő számú, hasonló tulajdonságú hangzót kigyűjteni a kísérletekhez.

### Irodalom

- Ahmadi, Farzaneh – McLoughlin, Ian 2012. Measuring resonances of the vocal tract using frequency sweeps at the lips. In *5th International Symposium on Communications Control and Signal Processing (ISCCSP)*.
- Babel, Molly – McGuire, Grant – King, Joseph 2014. Towards a More Nuanced View of Vocal Attractiveness. *PLoS ONE* 9/2. e88616. 1–10. doi:10.1371/journal.pone.0088616. <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0088616> (A letöltés ideje: 2018. április 18.)
- Barreda, Santiago 2016. Investigating the use of formant frequencies in listener judgments of speaker size. *Journal of Phonetics* 55. 1–18.
- Boersma, Paul – Weenik, David 2014. *Praat: doing phonetics by computer [computer program]. Version 5.3.82.* <http://www.praat.org/> (A letöltés ideje: 2014. június 12.)
- Bóna Judit – Vakula Tímea 2013. Temporális sajátosságok 90 évesek spontán beszédében. *Alkalmazott Nyelvtudomány* XIII/1-2. 59–73.
- Charlton, Benjamin D. – Taylor, Anna M. – Reby David. 2013. Are men better than women at acoustic size judgements? *Biology Letters* 9. <http://dx.doi.org/10.1098/rsbl.2013.0270> (A letöltés ideje: 2018. április 18.)
- van Dommelen, Wim A. – Moxness, Bente H. 1995. Acoustic parameters in speaker height and weight identification: Sex-specific behavior. *Language and Speech* 38/3. 267–287.
- Dusan, Sorin 2005. Estimation of speaker's height and vocal tract length from speech signal. *Interspeech 2005*. 1989–1992.
- Evans, Sarah – Neave, Nick – Wakelin, Delia 2006. Relationships between vocal characteristics and body size and shape in human males: An evolutionary explanation for a deep male voice. *Biological Psychology* 72. 160–163.
- Fant, Gunnar 1966. A note on vocal tract size factors and non-uniform F-pattern scalings. *Quarterly Progress and Status Report* 7/4. 22–30.
- Fant, Gunnar 1967. Sound, features and perception. *Quarterly Progress and Status Report* 8/2-3. 1–14.
- Feinberg, David R. – Jones, Benedict C. – Little, Anthony C. – Burt, Michael D. – Perrett, David I. 2005. Manipulations of fundamental and formant frequencies influence the attractiveness of human male voices. *Animal Behaviour* 69. 561–568.

- Fitch, Tecumseh, W. 1997. Vocal tract length and formant frequency dispersion correlate with body size in rhesus macaques. *Journal of Acoustical Society of America* 102/2. 1213–1222.
- Fitch, Tecumseh, W. – Giedd, Jay 1999. Morphology and development of the human vocal tract: A study using magnetic resonance imaging. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 106/3. 1511–1522.
- Fitch, Tecumseh, W. – Reby, David 2001. The descended larynx is not uniquely human. *Proceedings of the Royal Society, Biological Sciences* 268. 1669–1675.
- Gianni, Antonella – Pettorino, Massimo – Cinque, Umberto 1989. Speakers' identification by voice. *Eurospeech* 89. 1283–1286.
- Gocsál Ákos 2017. Az artikulációs tempó és az átlagos alaphang szerepe a beszélő életkorának megbecslésében. *Beszéd kutatás 2017*. 151–167.
- González, Julio 2003. Estimation of speakers' weight and height from speech: A re-analysis of data from multiple studies by Lass and colleagues. *Perceptual and Motor Skills* 96. 297–304.
- González, Julio 2004. Formant frequencies and body size of speaker: a weak relationship in adult humans. *Journal of Phonetics* 32. 277–287.
- González, Julio 2007. Correlations between speakers' body size and acoustic parameters of voice. *Perceptual and Motor Skills* 105. 215–220.
- Gósy Mária 2001. A testalkat és az életkor becslése a beszéd alapján. *Magyar Nyelvőr* 125. 137–148.
- Gósy Mária 2006. A semleges magánhangzó nyelvi funkciói. *Beszéd kutatás 2006*. 8–22.
- Gósy Mária – Gyarmathy Dorottya – Horváth Viktória – Grácsi Tekla Etelka – Beke András – Neuberger Tilda – Nikléczy Péter 2012. BEA: Beszélt nyelvi adatbázis. In Gósy Mária (szerk.): *Beszéd, adatbázis, kutatások*. Akadémiai Kiadó, Budapest. 9–24.
- Gósy Mária – Bóna Judit – Beke András – Horváth Viktória 2013. A kitöltött szünetek fonetikai sajátosságai az életkor függvényében. *Beszéd kutatás 2013*. 121–143.
- Gósy Mária – Bóna Judit 2014. Magánhangzók ejtése fiatalok és idősek spontán beszédében. *Magyar Nyelv* 110/2. 129–143.
- Gyarmathy Dorottya 2015. Diszharmonias jelenségek, megakadások a beszédben. In Gósy Mária (ed.) *Diszharmonias jelenségek a beszédben*. MTA Nyelvtudományi Intézet, Budapest. 9–47.
- Hadman, Abdul-Latif H. – Al Barazi, Randa – Khneizer, Gebran – Turfe, Zaahir – Ashkar, Jidah – Tabri, Dollen 2013. Formant frequency in relation to body mass composition. *Journal of Voice* 27/5. 567–571.
- Hatano, Hiroaki – Kitamura, Tatsuya – Takemoto, Hironori – Mokhtari, Parham – Honda, Kiyoshi – Masaki, Shinobu 2012. Correlation between vocal tract length, body height, formant frequencies, and pitch frequency for the five Japanese vowels uttered by fifteen male speakers. *Interspeech* 2012. 402–405.
- Hayward, Katrina 2000. *Experimental phonetics*. Longman Linguistics Library. Pearson Education Limited, Harlow.
- Horváth Viktória 2014. *Hezitációs jelenségek a magyar beszédben*. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest.
- Johnson, Keith 2003. *Acoustic & Articulatory Phonetics*. Blackwell Publishing, Oxford.

- Krauss, Robert M. – Freyberg, Robert – Morsella, Ezequiel 2002. Inferring speakers' physical attributes from their voices. *Journal of Experimental Social Psychology* 38. 618–625.
- Künzel, Hermann J. 1989. How well does average fundamental frequency correlate with speaker height and weight? *Phonetica* 46. 117–125.
- Laczkó Mária 2013. A kitöltött szünetek formái és funkciója tizenévesek spontán beszédében. *Magyar Nyelvőr* 137/2. 192–208.
- Lindblom, Björn E. F. – Sundberg, Johan 1972. Approaches to articulatory modeling. *GALF* 1972. 3–45. [http://www.afcp-parole.org/doc/Archives\\_JEP/1972\\_IIIe\\_JEP\\_Lannion/1972%20-%20IIIe%20JEP%20-%20Lannion.pdf](http://www.afcp-parole.org/doc/Archives_JEP/1972_IIIe_JEP_Lannion/1972%20-%20IIIe%20JEP%20-%20Lannion.pdf) (A letöltés ideje: 2018. április 18.)
- Markó Alexandra 2013. *Az irreguláris zöngé funkciói a magyar nyelvben*. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest.
- Pisanski, Katarzyna – Rendall, Drew 2011. The prioritization of voice fundamental frequency or formants in listeners' assessments of speaker size, masculinity, and attractiveness. *The Journal of the Acoustical Society of America* 129/4. 2201–2212.
- Pisanski, Katarzyna – Fraccaro, Paul J. – Tigue, Cara C. – O'Connor, Jillian J. M. – Feinberg, David R. 2014a. Return to Oz: Voice pitch facilitates assessments of men's body size. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 40/4. 1316–1331.
- Pisanski, Katarzyna – Fraccaro, Paul J. – Tigue, Cara C. – O'Connor, Jillian J. M. – Röder, Susane – Andrews, Paul W. – Fink, Bernhard – DeBruine, Lisa – Jones, Benedict C. – Feinberg, David R. 2014b. Vocal indicators of body size in men and women: a meta-analysis. *Animal Behaviour* 95. 89–99.
- Puts, David Andrew – Hodges, Carolyn R. – Cárdenas, Rodrigo A. – Gaulin, Steven J. C. 2007. Men's voices as dominance signals: vocal fundamental and formant frequencies influence dominance attributions among men. *Evolution and Human Behavior* 28. 340–344.
- Rendall, Drew – Kollias, Sophie – Ney, Christina – Lloyd, Peter 2005. Pitch ( $F_0$ ) and formant profiles of human vowels and vowel-like baboon grunts: The role of vocalizer body size and voice-acoustic allometry. *The Journal of the Acoustical Society of America* 117/2. 944–955.
- Smith, David R. R. – Patterson, Roy D. 2005. The interaction of glottal-pulse rate and vocal-tract length in judgements of speaker size, sex, and age. *The Journal of the Acoustical Society of America* 118/5. 3177–3186.
- Smith, David R. R. – Walters, Thomas C. – Patterson, Roy D. 2007. Discrimination of speaker sex and size when glottal-pulse rate and vocal-tract length are controlled. *The Journal of the Acoustical Society of America* 122/6. 3628–3639.
- Souza de, Lourdes Bernadete Rocha – Santos dos, Marquiony Marques 2017. Body mass index and acoustic voice parameters: is there a relationship? *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology* <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjorl.2017.04.003> (A letöltés ideje: 2018. április 18.)

**An analysis of correlations between some body size parameters and the formant structure of filled pauses in male speakers**

The main purpose of this paper is to examine if correlations exist between body height, body mass index, and the formant values of filled pauses in male speakers. Based on acoustic theories of speech, several mathematical formulas exist, which explain the formant frequencies of vowels. It has been suggested by several authors that formants may be good predictors of body size, especially that of body height. The experimental results obtained so far are, however, not unambiguous. For the present experiment, schwa-like filled pauses were extracted from spontaneous speech recordings of 23 male speakers and fundamental frequencies and the values of the first five formants were measured. None of these parameters correlated with body height, although a nonsignificant tendency of taller speakers having lower formant frequencies, except for F3, was observed. Body mass index did not correlate with formant frequencies and fundamental frequency values, however, heavier speakers used significantly lower  $f_0$ . Vocal tract lengths were also estimated, based on the formant frequencies, but they did not correlate with actual speaker heights.