

AZ [u:], [a:] ÉS [i] HANGOK KOARTIKULÁCIÓS MEZŐIRŐL

Szalai Enikő
MTA Nyelvtudományi Intézete

A jelen tanulmányban arra kerestünk választ, hogy a mássalhangzó-környezet mennyire befolyásolja a magánhangzók tiszta fázisainak formánsszerkezetét. Az általános formánsérték-meghatározásokon túl definiáljuk és elemezzük a három kardinális magyar magánhangzó, az [u:], az [a:] és az [i] ún. koartikulációs mezőit.

Bevezetés

Az akusztikai fonetika kezdeti vizsgálatai közé tartozott a beszédhangok akusztikai jellemzőinek meghatározása. A kutatások kiindulása az a megállapítás volt, amely szerint a beszédhangok egyértelműen meghatározható artikulációs konfigurációval és ennek következtében, pontosan definiálható akusztikai paraméterekkel rendelkeznek.

Az artikulációs folyamatot tekintve a magánhangzók a legegyszerűbben kivitelezhető beszédhangok. Akusztikai szerkezetüket alapvetően az időtartam, az alapfrekvencia, a formánsok frekvenciaértéke, azok amplitúdója, valamint a formánsok sáv szélessége határozza meg. E jegyek közül – a kísérletek tanúbizonysága szerint – a hangminőség, a beszéd-percepció szempontjából döntően a spektrális eloszlás, ezen belül is az első két formáns értéke a meghatározó (Flanagan, 1965).

A magyar magánhangzók formánsértékeinek meghatározására már a 40-es évek elejétől találunk példát (Tarnóczy-féle Fourier elemzés, 1941), majd az eszközfonetika további fejlődése során Magdics Klára (1963), Molnár József (1969), Bolla Kálmán (1980) és legutóbb Olaszgy Gábor (1989) közölnek adatokat spektrografikus elemzések alapján.

Az első táblázat a három kardinális magánhangzó az [u:] az [a:] és az [i] első, második és harmadik formánsának határértékeit szemlélteti a fent említett kutatók vizsgálatainak alapján. (A táblázat a hangsúlyos és hangsúlytalan magánhangzók adatait összevontan tartalmazza.)

1. táblázat: Az [u:, a:, i] hangok F1, F2 és F3 határértékei férfi ejtésben

| | [u:] | | | [a:] | | | [i] | | |
|---------|-------------|-------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|
| (Hz) | F1 | F2 | F3 | F1 | F2 | F3 | F1 | F2 | F3 |
| Magdics | 250- 350 | 600- 800 | 1950- 2200 | 700- 900 | 1300- 1500 | 2000- 2300 | 250- 400 | 1950- 2200 | 2600- 3000 |
| Molnár | 250- 370 | 600- 730 | 2000- 2250 | 700- 900 | 1300- 1500 | 2000- 2400 | 250- 400 | 1950- 2200 | 2600- 3000 |
| Bolla | 200- 350 | 600- 800 | 2000- 2200 | 650- 850 | 1250- 1450 | 1950- 2250 | 250- 400 | 2100- 2300 | 2800- 3000 |
| Olaszy | 300- 400 | 600- 800 | 1900- 2000 | 700- 900 | 1300- 1500 | 1900- 2300 | 300- 400 | 2100- 2300 | 2800- 3000 |

Annak ellenére, hogy mindegyik kísérlet ugyanazon nyelv, ugyanazon magánhangzóinak formánsértékeit határozta meg, az adatok nem fedik egymást minden esetben. A különbségek adódhatnak a vizsgált nyelvi korpusz eltéréseiből, a kísérleti személyek egyéni, ejtésbeli különbségeiből és nem hagyható figyelmen kívül a vizsgálatok során használt módszerek, illetve eszközök különbözősége sem.

Az egymástól eltérő adatok nyomán felmerül a kérdés, hogy csupán a formánsok középvértékei, illetve a szélsőértékek által meghatározott különböző frekvenciatartományok elegendő és pontos információval szolgálnak-e a vizsgált magánhangzó formáns-szerkezetéről? Valóban a folyamatos beszédben megvalósuló akusztikai paramétereket tükrözik-e?

A szakirodalmi vizsgálatok mindegyike evidenciaként kezeli, hogy az egyes beszédhangok egymástól nem izolált egységekként, hanem egymásra kölcsönösen hatást gyakorló alkotóelemekként, hangkapcsolatok formájában hozzák létre a beszéd folyamatát. Így az eredmények elemzése során figyelembe kell vennünk a Lindblom (1963) által "tökéletlen megvalósításnak" ("target undershoot") nevezett jelenséget, amelynek értelmében CVC kapcsolatokban még a magánhangzók tiszta fázisainak formánsértékei sem egyeznek meg egyértelműen az izoláltan ejtett magánhangzók formánsértékeivel.

Az átlag- és a szélsőérték-adatok tehát elfedik az adott magánhangzó formánsértékeiben jelentkező különbségeket, és nem szolgálnak információval arra a kérdésre vonatkozóan, hogy hogyan alakulnak az egyes magánhangzók formánsértékei CVC hangkapcsolatokban, illetve milyen az F1 és az F2 viszonyrendszere. Éppen ezért a nemzetközi fonetikai szakirodalom a magánhangzók formánsstruktúrájának meghatározására a kétdimenziós ábrázolási módot használja, amely lehetőséget nyújt az egyes magánhangzók frekvenciaértékeiben jelentkező "átfedések", így a magánhangzók megbízható diszkriminációjához elégséges fonetikai kontraszt megállapítására.

A magyar fonetikai szakirodalomban a teljes magyar magánhangzóképzlet e szempontok szerint történő spektrografikus vizsgálatát kizárólag Tarnóczy (1965), majd gyermeknyelvi anyagon az [i], [e] és [y] magánhangzókra vonatkozóan Gósy (1995) végezte el.

Az eddig említett, nagyszámú, részletes vizsgálatok vitathatatlan eredményei ellenére is számos kérdés merül fel arra vonatkozóan, hogy a valóságnak megfelelően milyen frekvenciatartományokba esik a percepció szempontjából alapvetően meghatározó első három formáns értéke.

Éppen ezért, jelen kísérletünk céljaul a három kardinális magánhangzó, az [u:], az [a:] és az [i] formánsszerkezetének vizsgálatát tűztük ki.

A vizsgálat során arra kerestünk választ, hogy mennyire befolyásolja a mássalhangzókönyezet a magánhangzók formánsszerkezetét; az eddigi vizsgálatokból jól ismert jellemző frekvenciatartományokon belül vagy túl, milyen ún. **koartikulációs mezőkkel** jellemezhetők az adott magánhangzók.

Koartikulációs mezőnek neveztük azt az első és második formánsok által meghatározott frekvenciatartományt, amely a magánhangzóknak a különböző mássalhangzó-környezetekben megjelenő formánsérték-változatait tartalmazza.

Anyag és módszer

A három magánhangzót CVC hangkapcsolatokba ágyztuk; ahol hangkörnyezetként az összes magyar mássalhangzót (a [h], [dz] és [dʒ] kivételével) az összes lehetséges variációban felhasználtuk. A 3×22×22, azaz 1452 szótagot egyetlen férfi ejtésében laboratóriumi körülmények között STUDER A-80-as típusú magnetofonnal rögzítettük, majd CSL 4300-as jelfeldolgozó segítségével a magánhangzók tiszta fázisairól spektrális elemzéseket készítettünk.

Az eredményeket befolyásoló lehetséges változó faktorok közül ezúttal tehát a beszélőt tekintettük állandónak, egyetlen férfi bemondó személyében. A jelen kísérletben nem foglalkoztunk az átmenetek kérdéskörével, kizárólag a magánhangzók tiszta fázisait vizsgáltuk. A tiszta fázisok formánsértékei alapján állapítottuk meg a három vizsgált magánhangzó koartikulációs mezőjét.

Eredmények

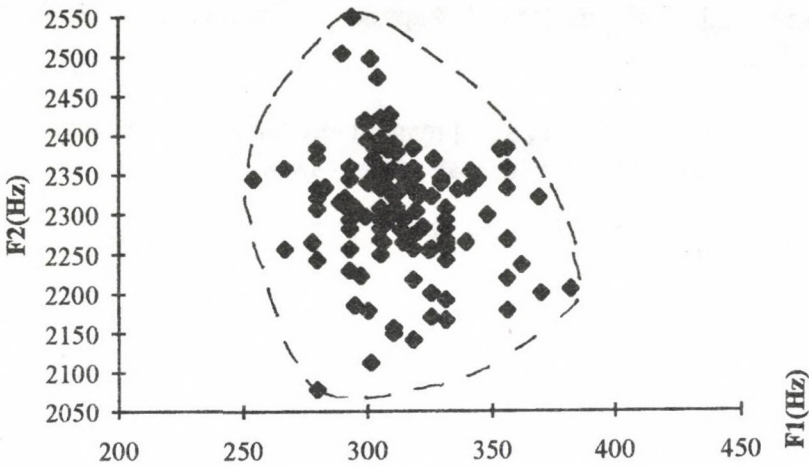
Az összesen 4356 adat alapján meghatározott átlag- és szélsőértékeket a 2. táblázat szemlélteti. (A középértékeket az esetenként kapott értékek összeadásával, majd az összegnek az

esetszámmal való osztásával kaptuk, ez magyarázza a nem kerekített értékeket.)

2. táblázat: Az [u:, a:, i] magánhangzók első, második és harmadik formánsának átlag- és szélsőértékei

| | (Hz) | [u:] | [a:] | [i] |
|-----------|--------------------|-------------|-------------|-------------|
| F1 | szélső- értékek | 257 – 414 | 665 – 892 | 252–382 |
| | átlagok | 346 | 794 | 310 |
| F2 | szélső- értékek | 637 – 803 | 1300 – 1496 | 2179 – 2559 |
| | átlagok | 725 | 1408 | 2335 |
| F3 | szélső- értékek | 2228 – 2705 | 2340 – 2971 | 2798 – 2951 |
| | átlagok | 2461 | 2514 | 2866 |

Az átlag- és szélsőértékek meghatározásával a korábbi kísérletek korszerűbb technikai feltételek mellett végrehajtott reprodukálása lett volna csupán jelen vizsgálatunk. Ez önmagában is újabb adalékkal szolgált volna a magánhangzók formánsstruktúrájának meghatározásához, de mivel jelen kísérletünk célja a magánhangzót érő koartikulációs folyamatok hatásának vizsgálata, ezért az első két formáns elhelyezkedését kétdimenziós ábrázolásban szemléltettük, ahol a horizontális tengelyen az F1, a vertikális tengelyen pedig az F2 értékeit tüntettük fel. Az ábrákon a szótagkezdő mássalhangzók szerinti formánsérték-eltéréseket szemléltetjük, így lehetőség nyílik az F1 és F2 viszonyrendszerének, valamint a hangkörnyezet hatásának tanulmányozására.



1. ábra

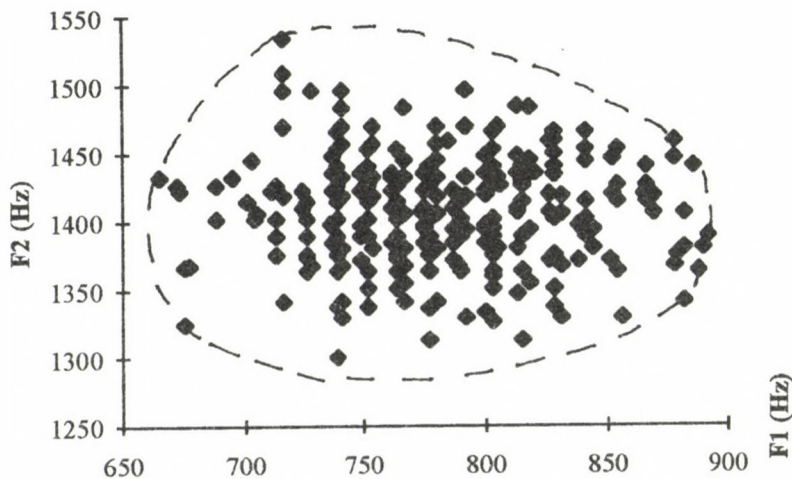
Az [i] hang koartikulációs mezője CVC hangkapcsolatok alapján, férfi ejtésben

Már az [i] hang koartikulációs mezőjének ábrázolásából (1. ábra) kitűnik, hogy a mező kifejezés többet árul el a formánsértékek elhelyezkedéséről, mint csupán a szélsőértékek által meghatározott frekvenciasávok. Egyrészt szemléltetni képes a koartikuláció akusztikai következményeit, másrészt lehetőséget teremt a különböző hangkörnyezetek hatására végbemenő változások összevetésére.

Az elvárásoknak megfelelően, az [i] hang mezőstruktúrájával összehasonlítva egészen más alakzatú mezőben helyezkednek el az [a:] hang formánsai (2. ábra).

Míg az [i] hang esetében függőleges irányban, az F2 tengely mentén elnyúlt mezőt kapunk, az [a:] esetében az F2 irányú kiterjedés jóval szűkebb, a nagyobb szórás az első formáns értékeiben jelentkezik. Az eredmények alátámasztják azt a megállapítást, hogy a hangkörnyezet hatása elsősorban a második formánst mozditja el (vö. 1. ábra).

Az első formáns azoknál a magánhangzóknál mozdul el nagyobb mértékben, amelyeknél az első és a második formánst kis távolság választja el egymástól (vö. 2. és 3. ábra).



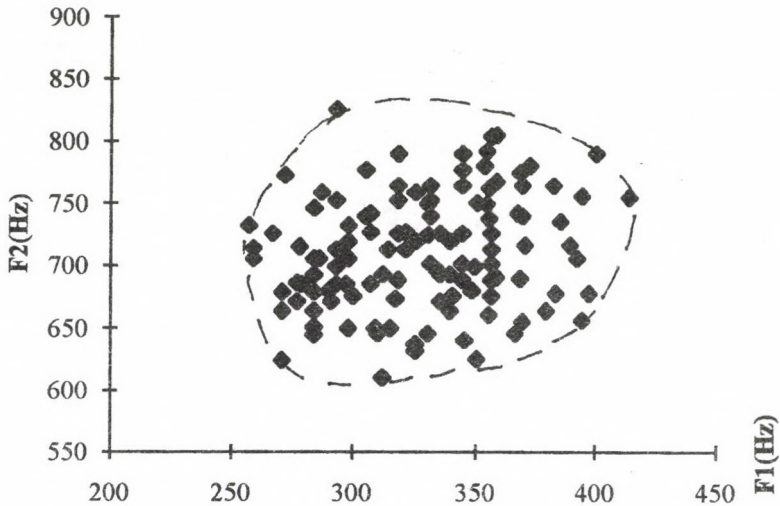
2. ábra

Az [a:] hang koartikulációs mezője CVC hangkapcsolatok alapján, férfi ejtésben

A legszimmetrikusabb alakzatú mezőt az [u:] esetben kaptuk, ahol a formánsértékek egyenletes eloszlásban, az átlagértékek köré, a mező centrumában csoportosulva, extrém szélsőértékek nélkül jellemzik a magánhangzók tiszta fázisait a CVC hangkapcsolatokban.

Az elemzés során lehetőség nyílt a mássalhangzó-környezet módosító hatásának összevetésére is a három vizsgált mássalhangzó esetében. A megállapítások természetesen nem tekinthetjük tézis-értékűeknek, hiszen csak a kardinális magánhangzókat és ezek lehetséges mássalhangzókapcsolódásaink egy kiválasztott csoportját (CVC) figyelembe vevő kísérletsorozatról volt szó, mégis a formánsértékek

lokalizációs tendenciái további vizsgálatokat inspiráló kísérleti eredmények.



3. ábra

Az [u:] hang koartikulációs mezője CVC hangkapcsolatok alapján, férfi ejtésben

A mássalhangzók által okozott formánsérték-változások tendenciája annál szembetűnőbb, minél elnyújtottabb a koartikulációs mező az F1 vagy az F2 irányában (vö. 1., 2. ábra).

A mindkét tengely irányában közel egyforma kiterjedésű mező esetében ([u:] hang) találunk legkevésbé körülírható mássalhangzó-csoportosulásokat.

Az egyes mássalhangzók formánsérték-befolyásoló hatása jellemzően mutatkozik meg az [a:] és az [i] hang esetében. Az egyes formáns csoportok kiterjedésének iránya e két hang esetében követi a magánhangzó teljes koartikulációs mezőjének kiterjedési alakját és irányát. Az [a:] hang esetében horizontális, míg az [i] hang esetében vertikális irányú eltolódást tapasztalunk.

Legjellegzetesebben az [i] koartikulációs mezőjében tömörülnek csoportokba az egyes mássalhangzók által befolyásolt formánsértékek. Minden vizsgált magánhangzó koartikulációs mezőjére jellemző, hogy a sziszegő hangok hatására változnak legkevésbé a formánsértékek az átlagadatokhoz viszonyítva; a [s, z, t̂s] hangok által meghatározott formánsértékek a mezők centrumában lokalizálódnak.

A zöngés-zöngételen mássalhangzópárok összevetése során azt a megállapítást tehetjük, hogy a mássalhangzópárok egymás közelében helyezkednek el, a zöngés mássalhangzók azonban minden esetben nagyobb területet foglalnak el, mint zöngétlen párjaik.

Jellegzetes kép, hogy a [n] hang alakította formánsértékek szóródási területei a legnagyobbak, mind az [a:], mind pedig az [i] hang esetében. Míg az [i] esetében az F2 tengely mentén találunk több, mint 100 Hz-es eltérést (2260-2380 Hz) a formánsértékekben, az [a:] hang esetében ugyanez a szórás (670 Hz - 790 Hz) az F1 tengely mentén jelentkezik.

Összegzés

A szakirodalmi mérési eredményeknek jelen kísérleti eredményeinkkel való összevetése azt mutatja, hogy az általunk meghatározott koartikulációs mezők a főbb területeken fedik az eddig megállapított formánstartományokat. A vizsgálat azonban bebizonyította, hogy a formánsértékek koartikulációs mezőkben történő ábrázolása, elemzése jóval több információval szolgál a magánhangzók frekvencia-paramétereiről, mint a kizárólag szélsőértékek által definiált frekvenciatartományok.

Az ábrázolási módszer lehetőséget teremt a különböző mássalhangzó-környezetben eltérő akusztikai sajátságokat mutató magánhangzók frekvenciaértékeinek összevetésére, valamint az F1, az F2 – és háromdimenziós ábrázolásmódban – az F3 viszonyrendszerének elemzésére.

Jelen vizsgálatunk első fázisa egy átfogó vizsgálat-sorozatnak, amelynek célja, hogy – a más nyelvek magánhangzóinak már meghatározott koartikulációs mezőrendszeré után (pl.: Peterson–Barney 1952) – definiálja a teljes magyar magánhangzó-állomány koartikulációs mezőrendszerét.

A vizsgálat-sorozat nemcsak az eddig a magyar szakirodalomból hiányzó, teljes mezőrendszer leírását pótolja – lehetőség teremtve a magyar magánhangzóknak a különböző nyelvek magánhangzóival való összevetésére –, hanem a magánhangzók formánsértékei közötti "átfedések" kijelölésével további percepciók kísérletek kiindulási alapjául szolgálhat.

Irodalom

Bolla Kálmán: Magyar hangalbum. Magyar Fonetikai Füzetek 6. Budapest 1980.

Flanagan, J. L.: Speech Analysis, Synthesis and Perception. Berlin, Heidelberg, New York 1965.

Gósy, M.: Funny language: Mother tongue awareness of a Hungarian child. Eurasian Studies Yearbook 67. 1995, 127-139.

Lindblom, B.E.F.: Spectrographic study of vowel reduction. JASA 35. 1963, 1773-1781.

Magdics Klára: A magyar beszédhangok akusztikai szerkezete. Nyelvtudományi Értekezések 49. Akadémiai Kiadó. Budapest 1965.

Molnár József: A magyar beszédhangok atlasza. Tankönyvkiadó. Budapest 1973.

Olaszy Gábor: Elektronikus beszédelőállítás. Műszaki Könyvkiadó. Budapest 1989.

Peterson, G.–Barney, H.: Control methods used in a study of the vowels. JASA 24. 1952, 175-184.

Tarnóczy Tamás: A magyar magánhangzók akusztikai szerkezete. Kir. Magy. Pázmány Péter Tudományegyetem Ált. Nyelvészeti és Fonetikai Intézete. Budapest 1941.

Tarnóczy, T.: Acoustic Analysis of Hungarian Vowels. Quaterly Progress and Status Report, Januar 1965. Speech Transmission Laboratory, KTH. Stockholm 1965, 8-12.