
A beszéd jellemzése az artikulációs vizsgálatok tapasztalatainak tükrében

**Markó Alexandra^{1,2}, Csapó Tamás Gábor^{2,3},
Deme Andrea^{1,2}, Bartók Márton², Grácsi Tekla Etelka^{2,4}**

¹ELTE Alkalmazott Nyelvészeti és Fonetikai Tanszék

²MTA–ELTE Lendület Lingvális Artikuláció Kutatócsoport

³BME Távközlési és Médiainformatikai Tanszék

⁴Nyelvtudományi Intézet Fonetikai Osztály

marko.alexandra@btk.elte.hu

csapot@tmit.bme.hu

deme.andrea@btk.elte.hu

bartokmarton@gmail.com

graczi.tekla.etelka@nytud.hu

Összefoglaló

A tanulmány azt a problémakört járja körül, hogy mik a beszédhangok: revidálja azt a nézetet, mely szerint a beszéd beszédhangok sorozataként értelmezhető, és a beszédhangokat ideáltipikus absztrakciókként kezeli, amelyek a valódi beszédben végtelen változatosságban megjelenő artikulációs-akusztikai-percepciók történések ismétlődő mintázatainak sematizációi. Az úgynevezett beszédhangok kapcsán elősorol néhány olyan megállapítást és tételt, amelyek révén az artikulációs vizsgálatok jelentősége és indokoltsága is megérthetővé válik. A tanulmány bemutat néhányat a legfrissebb magyar artikulációs és koartikulációs kutatások eredményeiből, valamint felvázol olyan lehetséges kapcsolódási pontokat, amelyek az artikulációs vizsgálati eszközöknek és módszereknek a logopédiában való alkalmazhatóságára mutatnak rá.

Kulcsszavak: beszéd, beszédhang, artikulációs vizsgálatok, logopédia

A beszéd és a beszédhangok

Ha Fonetika órákon feltesszük a kérdést, hogy „*Mi a beszéd?*”, gyakorta kapjuk válaszként azt a definíciót, hogy „*A beszéd beszédhangok sorozata*”. Bizonyos értelemben ez jó válasz, hiszen absztrakt módon konceptualizálni tudjuk a beszédet beszédhangok sorozataként. Ez alapján vagyunk képesek hang/fonémajelölő írást alkalmazni, ez az alapja a fonológiai tudásunknak, ezért tudjuk meghatározni a rímeket, tudunk lecserélni hangokat egy hangsorban, és ezzel más jelentéseket előhívni. A fonológiai tudatosságot, amely révén képesek vagyunk hozzáférni a szavak belső szerkezetéhez, és azt szótagokra, hangokra/fonémákra bontani, az olvasástanulás egyik legfontosabb alapkritériumának tartják (vö. Csépe 2006, Jordanidisz 2009). A logopédiában is egyes hangzók hibájáról, ejtésének problémájáról beszélünk.

Ha azonban a beszéd valóban beszédhangok sorozata volna, azt is megtehetnénk, hogy feldaraboljuk a beszédet beszédhangokra, majd más sorrendben összekeverve őket szintén jól hangzó beszédet kapnánk, mint ahogyan megtehetjük ezt a fonémákkal vagy a betűkkel: a „*kajak*” és az „*ajkak*” szó ugyanazokat a betűket tartalmazza eltérő sorrendben, és mindkettőt felismerjük létező szóként. Ha azonban a beszédhangokkal tennénk ezt, meglepő eredményeket kapnánk. Keith Hopkin megpróbálta: bemondta az (amerikai) angol beszédhangjait egyenként, a bemondásokat videóra rögzítette, majd meghatározott sorrendben összekapcsolta és lejátszotta (ezen a videón az USA alkotmányának szövegéből hallható egy részlet a szerző rövid bemutatkozása után: <https://vimeo.com/126470>). Az eredmény furcsa, természetellenes, nehezen (vagy akár nem is) érthető „beszéd” lett. Magyarul is szoktunk palindromokkal játszani, azaz olyan betűsorokkal (ezek

lehetnek szavak, szókapcsolatok vagy akár mondatok), amelyek visszafelé olvasva is ugyanazt adják ki. Ilyen például a „*Géza, kék az ég.*” mondat, amely – eltekintve a szóközöktől és a központozástól – visszafelé is ugyanazokat a betűket tartalmazza ugyanabban a sorrendben. Ha azonban kiejtjük ezt a mondatot, és megfordítjuk, azaz visszafelé játsszuk le, a két hangzás nem lesz egyforma (ezt meg is hallgathatjuk itt: <http://lingart.elte.hu/logopedia/#1>), a visszafelé lejátszott hangsor gépies hangzású, torz.¹

Miért van ez így? Erre a kérdésre több választ is adhatunk. Az egyik válasz szerint azért, mert a beszéd nem (pusztán) „beszédhangok sorozata”. A másik válasz az lehet, hogy a beszédhangok nem egyfélék, nem mindig ugyanolyanok, mivel eltérő környezetekben (kontextusokban) jelentkeznek. Ehhez kapcsolódik a harmadik válasz is, mégpedig az, hogy nemcsak a kontextus, hanem a beszédmódunk (az artikulációs mozdulatok kidolgozottsága vagy éppen elnagyoltsága) is változik a helyzet és sok egyéb tényező hatására. Lássuk ezeket az állításokat egyenként, részletesebben!

A beszéd nem pusztán beszédhangok sorozata. Nincs beszéd hanglejtés, hangsúly nélkül, a beszédnek mindig van sebessége, ritmusa, és ezek a beszédhangok megvalósulásában is jelentkeznek. Például a hangsúlyos szótagokban (a magyarban ilyenek például a részletező jelentésszerkezetű (ún. tartalmas, alapszófajú) szavak első szótagjai) több kutatás eredményei szerint (pl. Mány et al. 2017, Markó és mtsai. 2018), hosszabbak a magánhangzók, de ugyancsak hosszabbak frázisok, megnyilatkozások végén (Kohári 2018), máshol pedig rövidebbek. A hanglejtés és a hangsúly együtt jár, a megnyilatkozásban a hangsúlyos szótag vagy akár a teljes szó eltérő alaphangfrekvenciával valósul meg, mint a többi. Már csak ezért sem lehet bármilyen beszédhangot bárhová helyezni egy hangsorban, mert az adott nyelv hangzására jellemző hangsúly-, hanglejtés-, ritmus- és egyéb mintázatok nem tudnak megvalósulni: vagy monoton lesz a beszéd, vagy meghökkenítő helyeken lesznek kiemelések (frekvencia- és intenzitáscsúcsok), tempógyorsítások és -lassítások, ami a megértést is nehezíti. Mindéből az is világosan kiderül, hogy a beszédhangok „szintje”, azaz a szegmentális szerkezet, illetve a globális beszédjellemzők, a hangsúly, hanglejtés, tempó, ritmus stb. „szintje”, azaz a szupraszegmentális szerkezet vagy prozódia nem létezik külön-külön, egymástól függetlenül. Bármilyen változás áll be az egyikben (például lassabban beszélek, hogy a kisgyermek is megértse), az változást hoz a másikban is (hosszabbak lesznek a beszédhangok).

A beszédhangok nem egyfélék (nem olyan ideáltipikus artikulációs mintázatok, mint ahogyan az izolált vagy kitartott *a*, *sz*, *m* stb. hangok alapján elképzeljük őket, vö. pl. Markó 2017), mivel kontextusban hangzanak el, és nagyon sok tényező van hatással a megvalósulásukra. Ezen tényezők egy részét már fentebb tárgyaltuk. Egy másik ilyen tényező a közvetlen fonetikai kontextus, azaz a szomszédos beszédhangok jelenléte. A beszédhangokat nem izoláltan ejtjük, hanem szótagokban, szavakban, szókapcsolatokban. A folyamatos beszédben a beszédhangok nem egymást követően jelennek meg, mert az egyes hangok ejtéséhez szükséges képzési gesztusok átfednek az időben – ezt nevezzük *koartikulációnak*. Amikor „a beszédhangok egymásra hatása”-ról fogalmazunk meg állításokat, akkor – az elemzés érdekében – úgy teszünk, mintha a beszédben izolált beszédhangokat kapcsolnánk össze, és ez az összekapcsolás lenne hatással a beszédhangok sajátosságaira. Holott ennek éppen az ellenkezőjéről van szó: a *koartikuláció* terminussal (a már eleve az izolált beszédhang artikulációjából kiinduló megnevezéssel) jelölt jelenség a beszédszervek egyidejű működése a folyamatos artikulációban, azaz maga a valódi, tényleges beszéd, míg a beszédhangok feltételezése ebben a beszéd-folyamban csupán absztrakció, melyre elemzés útján jutunk.

A beszédmódunk is változik a helyzet és sok egyéb tényező hatására. Például az úgynevezett beszédhangok gyakran redukálódnak (rövidülnek, vagy eltűnnek/semlegesülnek bizonyos jellemzőik, amelyeket a célkonfiguráció leírása alapján elvárnánk), illetve akár teljes beszédhangok is törlődhetnek a folyamatos beszédben (értsd: az absztrakt sémák alapján elvárt beszédhangsorozat egyes elemeit nem ejtjük ki). Az előbbire példaként idézhetjük a szóvégi *ú*, *ű* hangzókat, amelyeket gyakran

¹ A folyóirat főszerkesztőjének szíves közlése szerint, melyet köszönünk, Lotz János egy röntgenfilmen (korunkat megelőzően) visszafelé játszott le palindromokat: *A Sári írása; Indul a pap aludni.*

röviden ejtünk, pl. *hosszu*, *gyűrű* vagy *gyűrű*. A beszédhangok „kiesésére” pedig az olyan szorosan összeforrott szókapcsolatokat, mint a *nem tudom* vagy az *azt hiszem*, amelyeket gyakran *nemtom*, illetve *asszem* formában ejtünk.

Az artikulációs vizsgálatok jelentősége

A beszéd, a beszéd létrehozásának vizsgálata elméletben kétféleképpen lehetséges: elemezhetjük közvetlenül a beszédképző szervek mozgását, illetve elemezhetjük az ennek a mozgásnak az eredményeként létrejött akusztikus jel, a beszédjel (fizikai) tulajdonságait. Végeredményben mind a két megközelítés célja hasonló, mert a beszéd leírását célozzák – és ezen keresztül persze azt a kérdést is feszegetik, hogy milyen információk áll(hat)nak a hallgató rendelkezésére, amelyek alapján az elhangzott beszédet feldolgozhatja. Ahhoz, hogy a beszédképző szervek (pl. hangszalagok, nyelv, ajkak) mozgását vizsgálni tudjuk, speciális eszközökre van szükség, mivel a legtöbb ilyen szerv nem (vagy nem folyamatosan) látható beszéd közben. Felmerülhet ugyanakkor a kérdés, hogy miért vizsgáljuk egyáltalán az artikulációt, hiszen az bonyolult műszerezettséget igényel, ráadásul minden artikulációs mérési módszertan beavatkozik a természetes artikulációs folyamatokba bizonyos mértékig (mert valamiképpen és mértékben ezen eszközök mindegyike akadályozza a beszédképző szervek mozgását). Ezzel szemben az akusztikai szerkezet (látszólag) könnyen és zavaró tényezők beiktatása nélkül hozzáférhető, a vizsgálati technológiák elérhetőbbek, nem igényelnek különleges műszerezettséget, és végeredményben az akusztikus jel az artikulációs működések lenyomata, ennek elemzése tehát közvetetetten az artikulációról is árulkodik.

Ugyanakkor, bár bizonyos akusztikai paraméterek valóban szoros összefüggésben állnak az artikulációval, az akusztikum paramétereit nem lehet egy az egyben megfeleltetni bizonyos artikulációs mozgásoknak. Példaként az ún. formánsokat említhetjük, amelyek a toldalékcsőnek mint rezonátorüregnek egy adott képzési beállítására jellemző saját rezonanciái, tehát azok a frekvenciahelyek, melyeken gerjesztve a toldalékcső rezgésbe jön, és amelyeket e rezgés által felerősít a besugárzott akusztikai jelben, azaz a hangban. A formánsok jelentősége kiemelt a beszédtudományban, mert kísérletek eredménye szerint ezek az akusztikus jellemzők meghatározzák a magánhangzó minőségét, és ezek közül különösen az első és a második (legalacsonyabb frekvenciájú) formáns elegendő ahhoz, hogy egymástól akusztikailag, illetve a beszédészlelés számára is elkülönítse a magánhangzókat. Ráadásul az első két formáns értéke bizonyos artikulációs működésekkel is szoros összefüggést mutat, ami könnyen értelmezhetővé teszi, vagyis tenné frekvenciaértékük alakulását – ha egy-egy formáns értékére valóban mindössze csak egy-egy artikulációs működés hatna. Ám a helyzet korántsem ilyen egyszerű. Közismert például, hogy a toldalékcső első formánsának értékére elsősorban a függőleges nyelv helyzet hat. Ugyanakkor erre a formánsra szintén befolyással van az állkapocsnak a nyelv helyzettel bizonyos mértékig független mozgása (az állkapocs nyitottsága) is. Ugyanígy a második formáns esetében is elmondható, hogy bár annak értékét elsősorban a nyelv vízszintes helyzete határozza meg, szintén alakítja azt az ajkak mozgása (kerekítése) is (vö. Stevens 1998). Ezek az artikulációs mozgások tehát nem választhatók el egymástól, és így nem is következtethetők ki egyértelműen pusztán a beszéd akusztikai vetületének elemzéséből.

Ugyancsak érvként hozható fel az artikulációs vizsgálatok mellett a beszéd létrehozásának kvantális elmélete (Stevens 1989), amely szerint az artikulációbeli eltérések mértéke és az ezek nyomán az akusztikumban bekövetkező különbség nem áll egymással egyenes arányban, azaz a beszédprodukción és az akusztikai szerkezet közötti kapcsolat nem lineáris. Az artikulációban egy apró eltérés jelentős akusztikai különbséget idézhet elő, ha az egy ún. „kritikus régió”-ban történik; és fordítva, nagyobb artikulációs eltérések esetén sem feltétlenül tapasztalunk különbséget az akusztikai szerkezetben, ha ezek az eltérések kritikus régiókon kívül valósulnak meg. Az elmélet szerint ugyanígy nem lineáris a kapcsolat az akusztikai szerkezet eltérése és a percepcióbeli különbségészlelet között sem, azaz előfordulhat, hogy két hangjelenség nagymértékben különbözik egymástól akusztikai szempontból, és mégsem észlelhető köztük a különbség a hallgató számára; vagy fordítva, az is lehetséges, hogy egy kisebb akusztikai különbség nagy eltérést indukál az észlelt hangjelenségek

tekintetében. Erre a nem lineáris összefüggésre utal a kvantális jelző: az eltérések ugrásszerűen képeződnek le (az artikuláció eltérései az akusztikumban, az akusztikai eltérések a percepcióban), nem pedig fokozatosan (Stevens 1989).

Lássunk néhány példát arra, hogy mit tudhatunk meg az artikulációs vizsgálatokból!

Az artikulációs vizsgálatok tanulságai (néhány példa)

Az egyének közötti és az egyénen belüli ejtési variancia kérdésköre az utóbbi időben igen kurrens témává vált a fonetikai szakirodalomban. Különösen szembeűnő (és fontos szempont) a variabilitás a logopédiában, ahol ráadásul az esetek túlnyomó többségében a gyermekkorú kliens artikulációja áll a középpontban. Tudjuk, hogy az artikulációs csatorna születéstől felnőttkorig jelentős változásokon megy keresztül, mind méreteit, mind arányait, mind pedig az egyes beszédképző szervek működési precizitását és összehangoltságát tekintve (<http://lingart.elte.hu/logopedia/#2>). A különböző életkori szakaszokban az érintett szervek méretbeli változása eltérő ütemű (Seikel és mtsai. 2010), s eközben a koordinált artikuláció képessége is fejlődik. Habár a gyermekek úgynevezett fonetikai jártassága, a beszédhangoknak az elvárásoknak megfelelő ejtésére való képesség általában 8 éves korra kialakul, a finommotorikus ügyesség még később is jelentősen fejlődik, és ez a fejlődési folyamat tizenéves korra is kitolódik (Vorperian–Kent 2007). A beszéd motoros rendszerének érésével az orofaciális struktúrák közötti dinamikus koordináció egyre konzisztensebbé válik, ennél fogva a beszédet felépítő artikulációs gesztusok egyre kevésbé variábilisak az életkor előrehaladtával (egészséges fejlődés esetén) (vö. pl. Terband és mtsai 2011).

Bár a logopédia a leggyakrabban a mássalhangzók artikulációjának a terápiás javításával foglalkozik, az sem mellékes kérdés, hogy a magánhangzók ejtésében a nyelv alak variabilitása hogyan változik az életkor előrehaladtával. Egy kísérletünk (Markó és mtsai 2019) adatai szerint, ahol a nyelv alakját a nyelv felszíni kontúráján keresztül vizsgáltuk, 8 és 15 éves kor között az életkor előrehaladtával csökken az ejtési variabilitás, mégis, jelentős az egyének közötti variancia. A szakirodalom szerint a magánhangzóejtés variabilitása eltér a nyelvállásfok függvényében: az alsóbb nyelvállásúak variábilisabbak, mint a felsőbb nyelvállásúak, ami részben azzal függ össze, hogy az alsóbb nyelvállásokon több variancia lehetséges akusztikai következmények nélkül (Stevens 1998). Ennek ellenére az idézett kísérletünkben a felsőbb nyelvállásfokon kaptunk nagyobb ejtési változatosságra utaló adatokat, és az eredmények arra is rámutattak, hogy sem a szakirodalomból ismert tendencia (az alsóbb nyelvállásúak nagyobb variabilitása), sem annak az ellenkezője nem általános, ugyanis az egyes beszélők közötti eltérések jelentősek voltak (<http://lingart.elte.hu/logopedia/#3>). A nagyfokú egyéni variancia azt a kérdést is felveti, hogy mennyiben általánosíthatók az artikulációs tapasztalatok vagy éppen az artikuláció méréséből kapott adatok, akár a beszélők között, akár az adott életkorban, vagy akár az adott nyelvre. Ha a különböző beszélők szájüregi tere eltérő, mert más a nyelv, a fogak, az állkapocs mérete, a szájpad alakja stb., akkor tehetünk-e minden beszélőre érvényes megállapításokat? Ha a szervrendszer ráadásul még növekedésben, változásban van, alkalmazhatók-e rá a felnőtt artikuláció vizsgálatában megfigyelt mintázatok? Ráadásul ilyen mértékű egyéni eltérések esetén az is kérdés, hogy mihez viszonyíthatunk. A magánhangzók esetében például mi és meddig „elől” vagy „hátral” képzett? Az egyes nyelvállásfokok mettől meddig tartanak? Ki vagy mi határozza meg a kategóriahatárokat? (<http://lingart.elte.hu/logopedia/#4>) Továbbmenve: és miként értelmezhetők a kategóriák, ha kilépünk az adott nyelv ejtési sajátosságain túlra, hogyan ragadhatók meg a nyelvek közötti eltérések?

A beszédhangok képzése mindemellett nem független más, a beszédképző szervekkel működtetett funkcióktól sem, például a rágástól és a nyeléstől. A nyelv szerepe a nyelésben jól ismert, ennek lényeges összetevője, hogy a nyelv hát a szájpadhoz préselődve hátra mozdul a garat irányában (Mészáros–Hacki 2013). Ettől a „szabályos” nyelésfunkciótól azonban sokféle eltérés lehetséges (<http://lingart.elte.hu/logopedia/#5>), amelyek a beszédhangok kivitelezésére is hatással lehetnek. Különösen azokban az esetekben, amikor interdentális, addentális hangképzési eltéréssel találkozunk, érdemes megvizsgálni, hogy állhat-e szabálytalan nyelésfunkció ennek az artikulációs eltérésnek a

hátterében. Gyakorlati tapasztalat, hogy a nyelésfunkció típusa és a hangképzésben megjelenő tünet összefügg egymással (Havadi-Nagy 2018).

Az artikulációs sajátosságokra egyes betegségek is hatással vannak. Mivel az artikuláció számos izom összehangolt működését jelenti, azok a betegségek, amelyek az izomműködést érintik valamilyen módon, az artikulációs működéseket is gátolhatják. Egy vizsgálatban (Grácsi és mtsai 2018) egy fiatalos Parkinson-kórban szenvedő 38 éves férfi beteg beszédét elemeztük a délutáni gyógyszerbevétele előtt és után. Az adatok azt mutatták, hogy akkor, amikor a betegség tünetei nagyobb mértékben voltak jelen (azaz a gyógyszer bevétele előtt), a magánhangzóejtésben a nyelv alakja nagyobb változatosságot mutatott (a vizsgált *á*, *i*, *o*, *ő* magánhangzók közül 3 esetben: *i*, *o*, *ő*), mint akkor, amikor a gyógyszer hatására a beteg jobban tudta kontrollálni az artikulációs izmok működését (<http://lingart.elte.hu/logopedia/#6>).

A koartikulációra vonatkozóan az egyik kísérletes kutatásunk a degemináció (a hosszú mássalhangzók rövidülése mássalhangzós környezetben, pl. „*hall*” [hol:], de „*hallgat*” [holgɒt]) vizsgálatára irányult (Deme és mtsai 2019). Az adatok tíz beszélő anyaga alapján megerősítették azt a korábban a japán nyelvre (egy beszélő adatai nyomán) leírt tendenciát, mely szerint a hosszú mássalhangzók előtti magánhangzók hosszabbak, mint a rövid mássalhangzók előtti (Fujimoto és mtsai 2015), és hasonló tendenciát fedtek fel a két rövid mássalhangzóból álló kapcsolat és a (magánhangzók között álló) rövid mássalhangzó viszonylatában. Ez az eredmény mégis igen meglepő, mivel szembe megy azzal az általános megfigyeléssel, hogy a valamely okból hosszabban megvalósuló mássalhangzók előtt általában rövidebbek a magánhangzók, azaz a mássalhangzó és a megelőző magánhangzó időtartama között jellemzően reciprokon viszony áll fenn. Az adatok egyértelműen azt mutatták, hogy a megelőző magánhangzó és a zárkialakításra irányuló mássalhangzós gesztus (azaz a nyelv emelkedése) nagyon szoros egyenes arányosságban áll egymással, tehát a magánhangzó-időtartamokat vélhetően a mássalhangzós nyelvgesztus hosszabb időtartama növeli meg a hosszú mássalhangzók és a két rövid mássalhangzóból álló kapcsolat előtt (<http://lingart.elte.hu/logopedia/#7>). Ez azért lehetséges, mert – a koartikulációból fakadóan – valójában már a magánhangzó ejtésének ideje alatt elindul a mássalhangzó létrehozására irányuló nyelvemelkedési artikulációs gesztus, mely a hosszú mássalhangzókban és a mássalhangzó-kapcsolatok előtt, valamint az ezeket megelőző magánhangzókban is tovább tart.

Az artikulációs kutatási módszerek alkalmazhatósága a logopédiai gyakorlatban

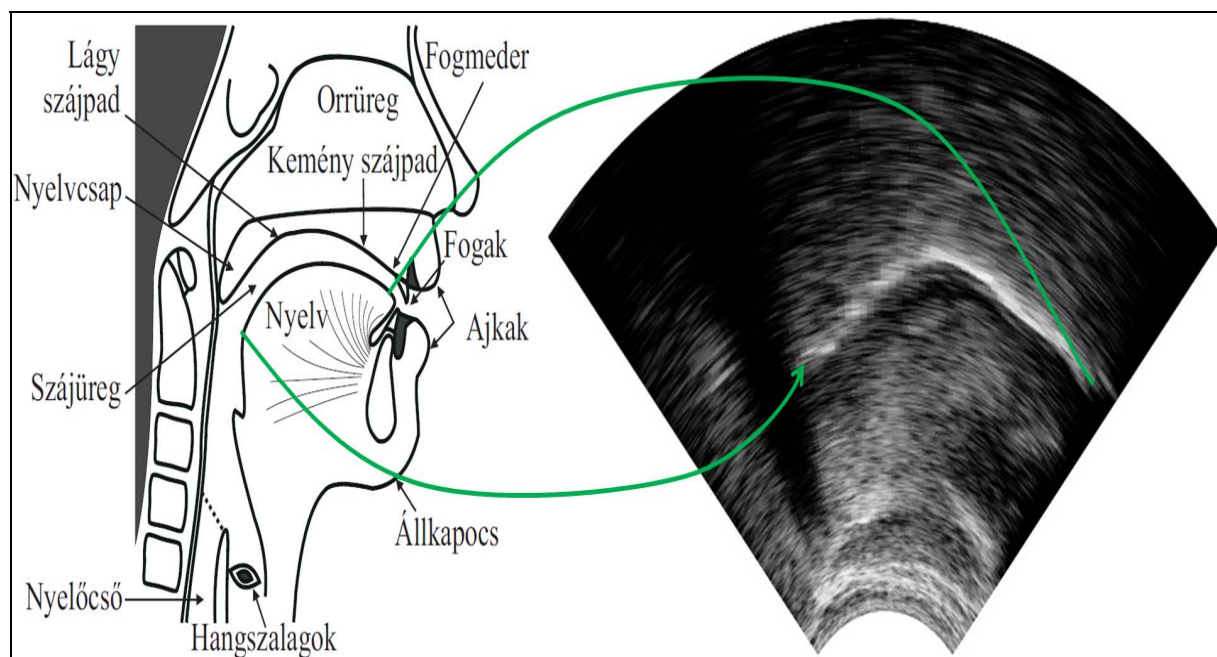
A logopédiai munkában a szakemberek mindennapi tapasztalata, hogy gyakran nem hagyatkozhatnak a tankönyvi tételekre, mindig az adott kliens sajátosságait figyelembe véve kell megtervezni a terápiát. Az artikulációs kutatások, amelyek rámutatnak a beszédhang mint ideáltipikus artikulációs séma megjelenési variabilitására és a realizációt befolyásoló egyedi hatások számosságára, alátámasztják ezt a tapasztalatot.

Mi több, az artikulációs kutatások eszközei akár a terápiában is alkalmazhatók, azáltal, hogy a kliens számára megragadhatóvá és hozzáférhetővé teszik az elérni kívánt artikulációs célt. Az ún. biofeedback olyan technika alkalmazását jelenti a terápiában, amely segítségével a beszélő számára nem tudatosuló vagy akár nem is érzékelhető saját testi működéseket teszi tudatosíthatóvá általában azzal, hogy vizuálisan megjeleníti ezeket (vö. pl. Cleland et al. 2015; Preston et al. 2017). Mivel az artikuláció részfolyamatainak legnagyobb része kívülről nem látható, a külső megfigyelés, akár tükör vagy videofelvétel segítségével, nem mindig célravezető. Az olyan elektronikus műszerek, mint a nyelvultrahang vagy az elektromágneses artikulográf, bioelektronikus jeleket vesznek, és ezeket a kliens és a logopédus számára is megjelenítik – az említett példákban elsősorban auditív és vizuális modalitásban, de ez eszköztől függően lehet akár taktilis modalitású is. Ennek segítségével a kliens maga alakíthat ki saját kontrollt az artikulációban érintett és adott esetben nem tudatosuló szervi funkció fölött (Davis–Drichta 1980).

A magyarországi beszédterápiában ez a biofeedback-módszer tudomásunk szerint eddig csak az akusztikus kimenet vizualizációjában volt elérhető, például a Varázsdoboz vagy a Beszédmester

szoftverek segítségével. Ezek a hallási deficittel rendelkező gyermekkorú kliensek számára készült alkalmazások a gyermek által létrehozott akusztikus jelet vizuális csatornán, azaz különféle játékos képi formátumokban tette hozzáférhetővé. Ma már azonban az artikulációs módszerek, különösen a nyelvultrahang is használható lenne az itthoni terápiás gyakorlatban a motoros-szenzoros jellegű nehézségek esetén. Hiszen a modern artikulációs vizsgálati módszerek közül az ultrahang az egyik legkönnyebben alkalmazható gyermekek esetében is (Stone 2010), és jelenleg az ultrahang az egyik legelterjedtebb technológia a beszédkutató artikulációs laboratóriumokban (Wrench 2013).

Az ultrahang a nyelv felszíni kontúrját teszi láthatóvá (1. ábra). A módszer előnye, hogy egyszerűen használható, elérhető árú, valamint nagy felbontású (akár 800 × 600 pixel) és nagy sebességű (akár 100 képkocka/s) felvétel készíthető vele. A jó térbeli felbontás azért fontos, hogy a nyelv alakjáról minél pontosabb képet kapjunk, míg a jó időbeli felbontás ahhoz szükséges, hogy a beszédhangok képzésének gyors változása (pl. zár-felpattanás; koartikuláció) is láthatóvá váljon.



1. ábra. Az ultrahangos kép orientációja: a képzőszervek sematikus rajza (bal oldalon, forrás: Olasz 2010, 24) és az ultrahang által láthatóvá tett nyelvkontúr (jobb oldalon, fehér vonal)

Jonathan Preston és munkatársai apraxiás gyerekekkel végeztek kutatást. A terápiás folyamatban nyelvultrahang segítségével alkalmaztak vizuális visszacsatolást (Preston et al. 2017, letölthető videófelvevételekkel). Különböző gyakorlatokat végeztek a gyermekekkel, miközben mind a logopédus, mind az apraxiás kliens valós időben, monitoron követhette a nyelv mozgását. Egy másik kísérletben (Adler-Bock et al. 2007) szintén ultrahanggal készítettek képeket a nyelvről beszédprodukción során. Itt a vizsgálat tárgya az észak-amerikai angolban megjelenő /r/ hang volt. A kísérletben két olyan serdülő személy vett részt, akiknek problémát jelentett e mássalhangzónak az elvárásoknak megfelelő ejtése.

Hosszabb távon a nyelvultrahang és más, az artikuláció vizsgálatára alkalmas műszerek nem pusztán a vizuális (vagy egyéb modalitású) visszacsatolás eszközeként vonhatók be a terápiás folyamatba, hanem maguk is a beszéd létrehozásának eszközeivé válhatnak olyan páciensek esetében, akiknek magában a beszéd létrehozásában van szükségük technikai jellegű támogatásra. Ilyen, akár a nyelvultrahang segítségével is működtethető eszköz lehet a jövőben az ún. némabeszéd-interfész (silent speech interface, SSI). A némabeszéd-interfész lényege, hogy a beszédképző szervek hangtalan mozgását felvéve a gépi rendszer ebből a képként feldolgozott anyagból beszédet szintetizál, miközben az eszköz használója valójában nem ad ki hangot. Ez például a beszéd-sérült emberek (pl.

gégeeltávolítás után) számára hasznosítható. Az ultrahangfelvételekből gépi tanulás segítségével közel érhető beszédet sikerült előállítani (Csapó et al. 2017). Hosszú távon várhatóan komoly társadalmi hozadéka lesz a némabeszéd-interfész kutatásának, hiszen a beszédben akadályozott emberek számára nyújthatja a kommunikáció lehetőségét, ha jó minőségű beszédkimenetet és megfelelően alkalmazható eszközöket sikerül majd előállítani.

Irodalom

- ADLER-BOCK, M. – BERNHARDT, B. – GICK, B. – BACSFALVI, P. (2007): The Use of Ultrasound in Remediation of North American English /r/ in 2 Adolescents. *American Journal of Speech-Language Pathology* 16/2: 128–139.
- CLELAND, J. – SCOBIE, J. M. – WRENCH, A. A. (2015): Using ultrasound visual biofeedback to treat persistent primary speech sound disorders. *Clinical Linguistics & Phonetics* 29/8–10: 575–597.
- CSAPÓ, T. G. – GRÓSZ, T. – GOSZTOLYA, G. – TÓTH, L. – MARKÓ, A. 2017. DNN-Based Ultrasound-to-Speech Conversion for a Silent Speech Interface. In: *Proc. Interspeech* 3672–3676.
- DAVIS, S. M. – DRICHTA, C. E. (1980): Biofeedback: Theory and Application to Speech Pathology. In: Lass, Norman J. (ed.) *Speech and Language*. 3: 283–308.
- CSÉPE V. (2006): *Az olvasó agy*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- DEME A. – BARTÓK M. – GRÁCSI T. E. – CSAPÓ T. G. – MARKÓ A. (2019): Gemináltak artikulációs szerveződése a magyarban. *Beszédkutatás* 2019, 54–74.
- FUJIMOTO, M. – FUNATSU, S. – HOOLE, PH. (2015): Articulation of single and geminate consonants and its relation to the duration of the preceding vowel in Japanese. In The Scottish Consortium for ICPhS 2015 (Ed.), *Proceedings of the 18th International Congress of Phonetic Sciences*. University of Glasgow. Glasgow, UK. <https://www.internationalphoneticassociation.org/icphs-proceedings/ICPhS2015/Papers/ICPHS0070.pdf>. Letöltve: 2017. december 15.
- GRÁCSI T. E. – BÓNA J. – BARTÓK M. – CSAPÓ T. – DEME A. – MARKÓ A. (2018): *Medicational effect on acoustic and articulatory vowel and voice parameters in Young Onset Parkinson's Disease. Case study*. Poszterelőadás a 17th International Clinical Phonetics and Linguistics Association Conference-en. Málta, 2018. 10. 23–25.
- HAVADI-NAGY M. (2018): *Hogyan függ össze a nyelés a beszédképzéssel? A nyelvlökéses nyelés*. Előadás az ELTE Fonetikai Tanszék Gyermeknyelvi délutánok című sorozatában 2018. október 11-én.
- JORDANIDISZ Á. (2009): A fonológiai tudatosság fejlődése az olvasástanulás időszakában. *Anyanyelv-pedagógia* 2009/4. <http://www.anyanyelv-pedagogia.hu/cikkek.php?id=222>. Letöltve: 2020. 10. 27.
- KOHÁRI A. (2018): *Időzítemi mintázatok a magyar beszédben*. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest. <http://www.eltereader.hu/kiadvanyok/kohari-anna-idozitesi-mintazatok-a-magyar-beszedben/>. Letöltve: 2020. 10. 27.
- MÁDY K. – REICHEL, U. – SZALONTAI Á. 2017. A prozódiai prominencia (nem-)jelölése a németben és a magyarban. *Általános Nyelvészeti Tanulmányok* XXIX. 77–98.
- MARKÓ A. (2017): Hangtan. In Imrényi A. – Kugler N. – Ladányi M. – Markó A. – Tátrai Sz. – Tolcsvai Nagy G. (szerk.) *Nyelvtan*. Osiris Kiadó, Budapest, 75–206.
- MARKÓ A. – BARTÓK M. – GRÁCSI T. E. – DEME A. – CSAPÓ T. G. (2018): Mondathangsúlyos és hangsúlytalan helyzetű magánhangzók néhány artikulációs és akusztikai jellemzője a magyarban. *Beszédkutatás* 2018, 85–109.
- MARKÓ A. – CSAPÓ T. G. – DEME A. – GRÁCSI T. E. – BARTÓK M. (2019): Gyermekek lingvális artikulációjának variabilitása magánhangzós nyelvkontúrok alapján. In Bóna J. – Horváth V. (szerk.) *Az anyanyelv-elsajátítás folyamata hároméves kor után*. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 165–190.
- MÉSZÁROS K. – HACKI T. (2013): A nyelés és zavarai, diszfágia. In Hirschberg J. – Mészáros K. – Hacki T. (szerk.), *Foniátria és társtudományok*. Eötvös Kiadó, Budapest, 201–230.
- OLASZY G. (2010): A beszédképzés folyamata. In: Németh G. – Olaszy G. (szerk.): *A magyar beszéd. Beszédkutatás, beszédtechnológia, beszédinformációs rendszerek*. Akadémiai Kiadó, Budapest. 19–26.
- PRESTON, J. L. – LEECE, M. C. – MCNAMARA, K. – MAAS, E. (2017): *Ultrasound biofeedback sample videos and practice data*. ASHA journals. Fileset. https://asha.figshare.com/articles/Ultrasound_biofeedback_sample_videos_and_practice_data_Preston_et_al_2017_/5150119 Letöltve: 2020. 10. 27.
- SEIKEL, J. A. – KING, D. W. – DRUMRIGHT, D. G. (2010): *Anatomy & physiology for speech, language and hearing*. Fourth edition. Delmar: Cengage Learning.

- STEVENS, K. N. (1989): On the quantal nature of speech. *Journal of Phonetics*, 17, 3–45.
- STEVENS, K. N. (1998): *Acoustic phonetics*. The MIT Press, Massachusetts–London, Cambridge.
- STONE, M. (2010): Laboratory techniques for investigating speech articulation. In: Hardcastle, W. J. – Laver, J. – Gibbon, F. E. (eds.): *The handbook of phonetic sciences*. Second edition. Wiley–Blackwell, Oxford. 9–38.
- TERBAND, H. – MAASSEN, B. – VAN LIESHOUT, P. – NIJLAND, L. (2011): Stability and composition of functional synergies for speech movements in children with developmental speech disorders. *Journal of Communication Disorders*, 44 (1), 59–74.
- VORPERIAN, H. K. – KENT, R. D. (2007): Vowel Acoustic Space Development in Children: A Synthesis of Acoustic and Anatomic Data. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 50 (6), 1510–1545.
- WRENCH, A. (2013): Ultrasound speech analysis: State of the art. Előadás az Ultrafest VI konferencián. http://materials.articulateinstruments.com/Technical/State_of_Art.ppt.