

MARKÓ ALEXANDRA<sup>1,3</sup>, GRÁCZI TEKLA ETELKA<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>NBSZ Szakértői Intézet

<sup>3</sup>MTA–ELTE NYTK Lendület Neurofonetikai Kutatócsoport  
marko.alexandra.phd@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0003-0301-7134>

<sup>2</sup>ELTE Nyelvtudományi Kutatóközpont

<sup>3</sup>MTA–ELTE NYTK Lendület Neurofonetikai Kutatócsoport  
graczi.tekla.etelka@nytud.hun-ren.hu  
<http://orcid.org/0000-0003-3351-9661>

Markó Alexandra–Gráci Tekla Etelka: Innovációk és alkalmazások a magyar artikulációs fonetikában  
Alkalmazott Nyelvtudomány, Különszám, 2026/1. szám, 121–143.  
doi: <http://dx.doi.org/10.18460/ANY.K.2026.1.007>

## Innovációk és alkalmazások a magyar artikulációs fonetikában

Innovations and applications in Hungarian articulatory phonetics<sup>1</sup>

The history of articulatory research in Hungary spans nearly 140 years, evolving from early manual observations to sophisticated digital imaging and machine learning applications. While the field has seen various productive periods and technical shifts, the second decade of the 21st century marked a significant turning point with the arrival of modern technical equipment and methodologies. This development allowed researchers to revisit foundational questions with greater precision and explore new frontiers in applied linguistics, education, and speech technology.

The roots of Hungarian articulatory research date back to 1887, when József Balassa began using palatography to study the contact between the tongue and the palate. Over the 20th century, techniques such as X-ray cinematography (cineradiography) became popular for documenting speech sounds. Significant contributions were made through the creation of phonetic atlases, such as those by József Molnár (1969) and Kálmán Bolla (1980, 1995), which provided comprehensive articulatory and acoustic data for university education and research. Bolla also developed the “Universal Phonetic Standard”, a system of 24 monophthongs designed to facilitate reliable interlingual comparisons based on articulatory configurations and acoustic formants.

A major challenge in public education is the mismatch between abstract textbook categories and students’ actual articulatory experiences. Research using Ultrasound Tongue Imaging (UTI) has shown that the movement of the tongue—often invisible from the outside—varies significantly by age and individual anatomy. For example, studies on children aged 11 to 14 revealed that while high vowels like /u/ and /i/ are distinct, mid-level vowels show much higher variability than textbooks suggest. Furthermore, the development of speech organs is uneven.

Articulatory techniques have long been used to diagnose and treat speech disorders. Early studies by Mária Gósy (1982) used palatography to describe sibilant errors. Recently, researchers have applied direct palatography to study atypical swallowing (OMD), finding that irregular tongue placement during swallowing might correlate with speech sound errors. A breakthrough in modern therapy is the use of visual biofeedback. Tools like UTI allow patients to see their own tongue movements in real-time, providing a visual confirmation that helps them gain control over previously unconscious motor processes.

One of the most promising areas for the near future is the development of Silent Speech Interfaces (SSI). This technology records the silent movements of articulatory organs—primarily the tongue—and uses machine learning to generate intelligible artificial speech. This is particularly beneficial for individuals who have lost their voice, such as patients who have undergone a laryngectomy. Current

---

<sup>1</sup> Az összefoglaló Google NotebookLM segítségével készült <https://notebooklm.google.com/> (April 19 version)

research is also exploring Brain-Computer Interfaces (BCI), which aim to synthesize speech directly from EEG-recorded brain signals.

Articulatory research also extends to the arts, including emotional speech and singing. Iván Fónagy conducted extensive studies on how emotions like anger or hatred are reflected in increased muscle tension in the larynx and respiratory muscles. In the realm of music, Electromagnetic Articulography (EMA) has been used to study soprano singing. Research showed that as singers reach high pitches, they systematically increase their jaw opening and lower their tongue to optimize sound production, a strategy that often overrides the native articulatory patterns of their language.

In conclusion, the shift from static categories to dynamic, individual-focused modeling defines the current era of Hungarian articulatory phonetics. By integrating modern tools like UTI and EMA with artificial intelligence, the field continues to provide vital contributions to both theoretical linguistics and practical societal needs.

Keywords: articulatory phonetics, speech and language education, speech pathology, Silent Speech Interface, Brain-Computer Interface

## 1. Bevezetés

Az artikulációs gesztusok természetének feltárása nem csupán a leíró fonetika célkitűzése, hanem alapvető fontosságú a beszédprodukciónak és a beszédpercepciónak kapcsolódó kognitív és fiziológiai folyamatok, valamint az egyetemes és a nyelvspecifikus fonológiai mintázatok megismeréséhez is. Az elméleti nyelvészeti és alapkutatási relevancián túlmenően az artikulációról való tudás kulcsszerepet játszik az anyanyelv- és idegennyelv-elsajátítás folyamatainak megértésében és facilitálásában, ennek kapcsán a nyelvpedagógiában, valamint az artikulációs zavarok megismerésében és ezek terápiájában is. Az artikuláció alkalmazott nyelvészeti megközelítései, illetve az artikulációra épülő, ma már főleg gépi tanulási és mesterségesintelligencia-modelleket igénybe vevő alkalmazások a hazai kutatás-fejlesztésben is egyre nagyobb tért hódítanak. Tanulmányunk azokat a hazánkban is megjelenő kutatási irányokat és lehetőségeket tekinti át, amelyek az artikuláció vizsgálata alapján valamilyen alkalmazott tudományi céllal hasznosulhat(ná)nak. Írásunk a beszédzavarok, a nyelvelsajátítás és a nyelvtanítás, valamint a beszédtechnológia területén végzett vizsgálatokat és hasznosuló eredményeket mutatja be, kitekintéssel a folyamatban lévő projektekre is. Mindenekelőtt azonban a hangtan és azon belül az artikulációs ismeretek oktatásának a szempontjára térünk ki mint a legközvetlenebb alkalmazási területre. A részletes történeti háttér megismeréséhez az olvasó figyelmébe ajánljuk a hazai és a magyar nyelvre vonatkozó artikulációs kutatások közel 140 éves történetét bemutató tanulmányt (Markó et al., 2024).

## 2. Az artikulációs ismeretek oktatása

### 2.1. Artikulációs ismeretek a közoktatásban

A közoktatásban a hangtani ismeretek átadásának fő célja az, hogy a diákok elsajátítsák a beszédhangok képzési jegyeit, és képessé váljanak a magyar (köz)nyelvben előforduló szegmentumok rendszerezésére (vö. pl. Antalné Szabó & Raátz, 2010, 2012). A magánhangzók esetében az elsajátítandó képzési jegyek a nyelv vízszintes és függőleges helyzete, illetve az ajakműködés és az időtartam, míg a mássalhangzók esetében a hangszalagműködés, valamint az akadályképzés helye és módja. A tankönyvekben bemutatott rendszerek és jellemzések több okból nehezen sajátíthatók el a tanulók számára. Ezek közül az egyik az lehet, hogy a saját artikulációs tapasztalat és a tankönyvi képzési jegyek nem rendelhetők egykönnyen egymás mellé. Még ha a képzési tulajdonságok első látásra magától értetődőnek tűnnek is, mivel az artikulációs folyamatok túlnyomó része nem látható kívülről, a képzési jellemzők felismerése jelentős mértékben függ az egyén arra való képességétől, hogy a szájterén belül tud-e „tájékozódni”, és az ebbéli tapasztalatát képes-e reflektálttá tenni. E tekintetben a mássalhangzók ejtése közben a beszédszervek mozgása, helyzete az esetleges beszédszervi érintkezés(ek) miatt könnyebben hozzáférhető lehet, mint a magánhangzóké. Ugyanakkor nehézséget okozhat az is, hogy a beszédhangok ejtésének sajátosságai eltérő mértékben konvertálhatók transzparenzen a jellemzésben használt absztraktabb funkcionális/nyelvi kategóriákba. Bonyolítják a helyzetet a különféle szakirodalmi (beleértve a tankönyveket is) rendszerezések közötti eltérések, esetleges következetlenségek, például a *j* réshangként vagy közelítőhangként való besorolása. Ugyancsak gondot okozhat az elnevezések többdimenziós volta, például a magánhangzók esetén az *elől* és *hátsó* képzett artikulációs alapú minőségjelzők helyett a *magas* és *mély* percepció alapú terminusok használata – különösen mivel a többi artikulációs alapú (a nyelv függőleges helyzetére és az ajakműködésre utaló) minősítés között ezeket is könnyen értelmezhetik artikulációs jellemzőnek a tanulók, ami oda vezet, hogy gyakran a felső és az alsó/legalsó nyelvállásfok szinonimájaként értik ezeket.

Egy magyar szakos egyetemisták körében végzett kutatás eredményei alapján a képzési jegyek nem maguktól értetődő, tapasztalati alapon megragadható tulajdonságai a szegmentumoknak, és eltérő mértékben lehet ezeket reflektálttá tenni a beszédhangok különböző csoportjaira vonatkozóan (Deme & Markó, 2022). Ebből adódóan az artikuláció vizsgálata és dokumentálása, valamint a közoktatás számára hozzáférhetővé tétele jelentős mértékben segíthetné a képzési jegyek felismerését és tudatosítását például azáltal, hogy ezeknek az egymástól is függő realizációs tartományával is szembesülnének a tanulók. Olyan tényezőkre gondolunk itt, mint hogy mást jelent a magánhangzók elől és hátsó képzettsége a felső nyelvállásfokon, ahol a szájüreg alakja miatt nagyobb a távolság a szélső helyzetek között, mint az alsó nyelvállásfokon, ahol kisebb.

Mindezekből az is következik, hogy a gyermekek artikulációjának vizsgálata sem csupán elméleti jelentőségű, hanem az anyanyelvi tantárgymódszertan számára is kulcsfontosságú tanulságokkal szolgál. Egy gyermekekkel végzett nyelvultrahangos vizsgálat (Markó et al., 2020) dokumentálta különböző életkorú lányok és fiúk magánhangzóejtése során a nyelv alakját és a nyelv-szájpad távolságot. A nyelvultrahang ultramagas frekvenciájú hanghullámok segítségével alkot képet a nyelvről: a hullámok a szöveteken áthaladva visszaverődnek a felületekről, amit az áll alatt rögzített jelátalakító érzékel (Stone, 2005). A pontos mérésekhez és a jelátalakító stabil pozicionálásához egy speciális sisakot használnak (1. ábra bal oldali panel), amelyre a hangrögzítéshez szükséges mikrofont is rögzítik, biztosítva a kép és a hang egyidejű felvételét. Az ultrahang a nyelv felszíni kontúráját az 1. ábrán (jobb oldali panel) bemutatott módon teszi láthatóvá. A módszer előnye egyebek között, hogy mérete és súlya miatt hordozható, így például a gyermekkorú vagy a más sérülékeny populációba tartozó beszélőket nem szükséges a fonetikai laboratóriumba invitálni, a természetes közegükben is történhet a vizsgálat (és/vagy a terápia, lásd alább).

**1. ábra.** A sisakkal rögzített ultrahangfej bal oldalon (az Articulate Instruments Ltd. terméke) és a nyelvkontúr az ultrahangfelvételen a jobb oldalon (az Articulate Assistant Advanced (AAA) szoftver képernyőképe) (Csapó et al., 2017a: 343, Csapó & Xu, 2020: 3735)



A nyelvkontúrok alapján meghatározható a nyelv helyzete a magánhangzó kiejtése közben. Markó és munkatársai munkáiban (2019a, b) 7 és 14 év közötti gyermekek magánhangzó-ejtését elemezték nyelvultrahang segítségével. Az eredmények azt mutatják, hogy bár az életkor előrehaladtával az ejtési variabilitás általában csökken, az egyéni különbségek továbbra is jelentősek maradnak. A kutatás eredményeiből a tantervi szempontból releváns 5. és 9. osztályfokra fókuszálva egy 11 és egy 14 éves fiúgyermek artikulációja alapján a kutatók az alábbi megállapításokat fogalmazták meg. Az életkorral összefüggő szájtér- és nyelvméretbeli különbségek miatt a beszélők között jelentős eltérések mutatkoznak a nyelv és a szájpad távolságában, így például a magánhangzóknak a függőleges nyelvállás szerinti megkülönböztetése nem feltétlenül vezethető

vissza a saját tapasztalatra. Míg a felső nyelvállású magánhangzók viszonylag jól elkülönültek egymástól, a középső nyelvállású magánhangzók vízszintes és függőleges nyelvhelyzete sokkal nagyobb variabilitást mutatott, mint amit a tankönyvi sémák sugallnak. Az /a:/ hang esetében az artikulációs adatok gyakran a mediális/centrális vagy előrébb képzett jelleget támasztják alá, ami ellentmond a hagyományos (hátról képzett) osztályozásnak (Markó et al., 2020).

Grácsi és munkatársai (2021) a nemzetközi eredményekre (például Zharkova, 2016, Zharkova et al., 2012, 2018) alapozva vizsgálták két magyar anyanyelvű testvér nyelvmozgását ultrahang segítségével az alveoláris /s/ és a posztalveoláris /ʃ/ hangzók ejtése során. A vizsgálatban a gyermekek eredményeit édesanyjuk kiejtésével vetették össze, az artikuláció számszerűsítésére pedig az  $LOC_{a-i}$  indexet (Zharkova et al., 2015) alkalmazták. Az elemzés nem várt eredményeket hozott, hiszen míg az édesanyjánál egyértelmű volt a különbség a két mássalhangzó között, és a fiatalabb lánygyermeknél mind a négy mérési időpontban kimutatható volt a szignifikáns eltérés a két hang nyelvkontúrja között, ezzel szemben az idősebb fiúnál csak az utolsó felvétel idején jelent meg ez a különbség az  $LOC_{a-i}$  indexben. Ez a látszólagos ellentmondás a beszédképző szervek nem egyenletes növekedésével és az ehhez való folyamatos artikulációs alkalmazkodással magyarázható. Bár a hangzók elkülönítése észlelhető volt, a finommotoros kontroll és a téri-időbeli koordináció változékonysága miatt a nyelvkontúrok statisztikai mutatói egy bizonyos életkori intervallumban kevésbé mutattak határozott szembenállást.

Az artikulációs tapasztalat tehát – úgy tűnik – nem (sokat) segít a tankönyvi képzési jegyek elsajátításában: egyrészt nagyon finom különbségeket kellene érzékelnünk, másrészt nagyok a fiziológiai eltérések (ahogyan a felnőttek között is), ezért az artikulációs jellemzést nem lehet a beszélők között általánosítani. A hangzók közötti különbségtételben nemcsak a nyelv helyzete, hanem a nyelv formája és a száypad alakja is meghatározó. Az oktatásban mindezek miatt a képzési jegyek elsajátítása számos nehézségbe ütközik. Az artikulációs alapú kategorizálás (nyelvállásfok, elől-hátról képzettség) tehát a valóságban sokkal elmosódottabb határokkal rendelkezik, mint az elméleti modellekben. Ez a felismerés arra is rámutat, hogy a cél a statikus kategóriák helyett a beszédprodukciónak dinamikus és egyéni varianciájának megértése lenne, ami a jövőben a nyelvtanítás módszertanát is alapjaiban formálhatja át. Másrészt felhívja a figyelmet arra is, hogy a normatív vagy éppen atipikus akusztikai sémák hátterében is az egyedi artikulációs mintázatok sokfélesége húzódnak meg, amit figyelembe kell venni – egyebek mellett – az egyéni beszédterápia megtervezésekor is (lásd még a 4. fejezetet).

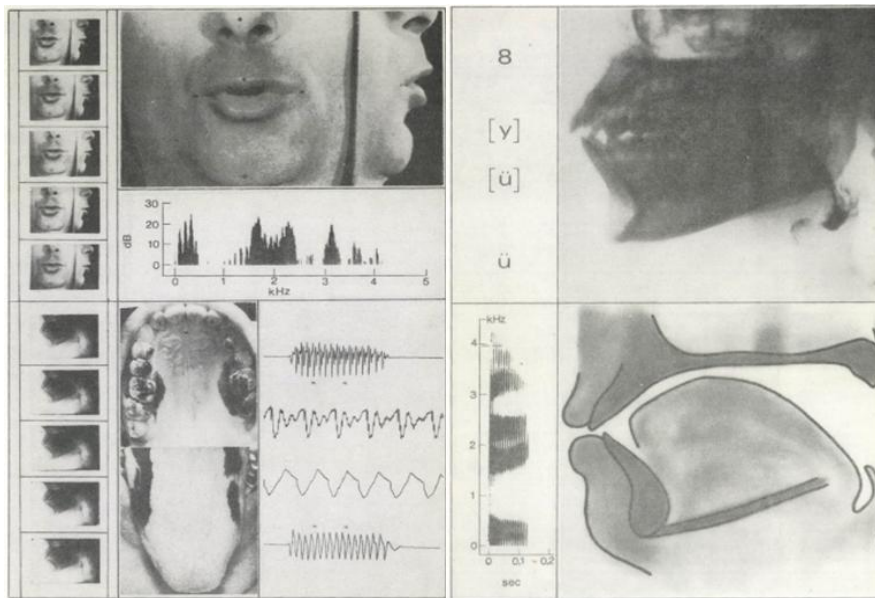
## 2.2. Artikulációs ismeretek a felsőoktatásban

A nemzetközi szakirodalomban az 1950-es évektől terjedt el a fonetikai atlasz, hangatlasz vagy hangalbum műfaja. Ezekben a szerzők átfogó áttekintést kívántak adni az egyes beszédhangok artikulációs és akusztikai jellemzőiről. A magyar beszédhangokat bemutató atlaszok sorában az első Molnár József munkája volt (1969, majd több kiadásban), amelyet Bolla Kálmáné követett (előbb 1980-ban, majd 1995-ben).

Molnár atlasza egyetemi segédkönyvnek készült, mivel a felsőoktatásból „régóta hiányzott a magyar beszédhangok képzését sokoldalúan bemutató mű” (1969: 5). Kozma Endre így fogalmaz a kötetéről írt recenziójában: „A magyar beszédhangok atlaszától egyetemi fonetikai oktatásunk jól használható, szemléletes, korszerű fonetikai segédtankönyvet, kutatóink – elsősorban akusztikai szempontból – a további munkájukat megalapozó, újabb kutatásokra serkentő forrásművet, a gyakorló pedagógusok a szép magyar beszéd megtanítását, a beszédhibák kijavítását, a külföldiek magyar kiejtésoktatását segítő szemléltető eszközt vártak” (1974: 240). Molnár kötetének az első részében áttekintette az artikuláció és az akusztikum vizsgálati módszereit, a beszédképző szervek felépítését és a beszédhangok osztályozását. Külön fejezetet szentelt a különféle fonetikai ábécéknek, a beszédhangok akusztikájának, a beszédelemzés módszertanának, végül kitérve a szintézisre is mint közvetett elemzési módra. A könyv „atlasz” részében ún. táblákon történt a beszédhangok artikulációs és akusztikai szempontú bemutatása. Az előbbi tekintetben az ajakműködést (filmfelvételen, fotókon és a fotókról készült rajzokon, mindegyiken szemből és oldalnézetből), a szájpad artikulációs érintettségét (fotopalatogramon és ennek átrajzolt, grafikus megjelenítésén), valamint a toldalékcső jellemző artikulációs konfigurációját (röntgenfelvételen oldalnézetből és ennek grafikus sémáján) figyelhetjük meg.

Bolla Kálmán *Magyar hangalbuma* 1980-ban jelent meg (*Magyar Fonetikai Füzetek* 6.) több, előzménynek tekinthető publikáció (pl. Bolla, 1978a, b) után, azok összefoglalásaként. Az album bevezető része módszertani magyarázatokat ad a táblók értelmezéséhez, magyar és angol nyelven. A táblók itt is bemutatnak fotoröntgenogramot és ennek a rajzolt sémáját, de itt dinamikus módszerű, azaz röntgenfilmes regisztrátumokat is látunk: 5 képet, amelyek a képzési időtartam elején, annak negyedénél, felénél, háromnegyedénél és a végén készültek. Az ajakműködésről szintén készült fotolabiogram és film is, az utóbbiból a röntgennel azonos módon a képzési időtartam kijelölt pontjairól vett képek láthatók elől- és oldalnézetből. A fotopalatogram mellett itt fotolingvogramot is látunk (2. ábra).

2. ábra. Bolla *Magyar hangalbum*-ának az [y] magánhangzót bemutató oldalpárja (1980: 40–41)



Bolla 1995-ben publikálta kutatásai összegzéseként a *Magyar fonetikai atlasz. A szegmentális hangszerkezet elemei* című munkáját. Ez a kötet is sokkal több, mint pusztán atlasz, inkább a szerzőnek a magyar beszéd szegmentális szerkezetével kapcsolatos kutatásainak összegzése, és tudományelméleti áttekintés is, hiszen átfogó leírást nyújt a szegmentális szerkezetről, beleértve például a hangstatisztikát vagy a fonológiát. Bolla a művét egyetemi tankönyvnek is szánta, és ismeretes, hogy az ELTE magyar nyelv és irodalom szakának *Fonetika* kurzusain egy ideig alkalmazták is ebben a funkcióban.

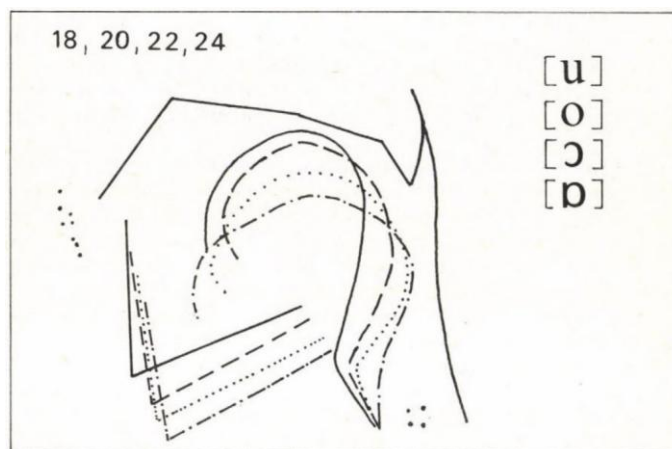
Bolla és munkatársai nemcsak a magyar, hanem több más nyelv hangkészletét is dokumentálták fonetikai atlaszokban, így az oroszét (Bolla, 1981a), az amerikai angolét (Bolla, 1981d), a finnét (Bolla, 1985), a németét (Bolla & Valaczkai, 1986) és a lengyelét (Bolla & Földi, 1987) is. A különféle nyelvekről készült atlaszok az interlingvális összevetések megalapozását és az idegennyelv-oktatásban való felhasználhatóságot is célozták (lásd alább).

### 2.3. „Egyetemes Fonetikai Hangszabvány” a fonetikai ismeretek elsajátításának támogatására és az interlingvális összevetések megalapozására

A fent bemutatott fonetikai atlaszokban is előszeretettel alkalmazott röntgenfilmes technológia az artikuláció elemzésének népszerű módszere volt a 20. században. Bolla Kálmán az összes magyar magán- és mássalhangzóra vonatkozóan végzett röntgenfilmes vizsgálatokat (1981b, c). Minden egyes beszédhangról öt képet transzformált a röntgenfilmekről számítógépre, majd a számítógépes rajzokat kvantitatív módszertannal elemezte. Bolla a beszédhangok nyelvek közötti megbízható összevetésének megalapozásához egy általánosan alkalmazható fonetikai mértékrendszer kidolgozását látta szükségesnek. Az IPA

kardinális magánhangzóiból kiindulva munkatársaival létrehoztak egy 24-féle monoftongusból álló rendszert, amelyet Bolla „hangszabvány”-nak nevezett. Ezt a legfőbb képzési jegyek – így a négy nyelvemelkedési fok (felső, középső, alsó és legalsó nyelvállás), a három képzési hely (elöl képzett, mediális/centrális és hátul képzett) és az ajakműködés (kerekített és kerekítés nélküli) –, valamint az első két formáns frekvenciaértéke alapján alakították ki. Az artikulációs konfigurációkat és a nekik megfelelő hangzási értékeket kinoröntgenografikus felvételekkel, akusztikus mérésekkel, hangszínképelemzéssel és szintézissel határozták meg. A kutatási eredmények gyakorlati alkalmazása érdekében kifejlesztettek egy számítógépes eljárást a hangszabvány bemutatására, amelyet kezdetben a fonetikai laboratóriumban használt PDP 11/34 típusú számítógépre és OVE III/c beszéd szintetizátorra dolgoztak ki, majd a szélesebb körű felhasználhatóság érdekében a rendszert adaptálták az akkoriban elterjedt Commodore 64 személyi számítógépre is, kihasználva annak grafikus megjelenítési képességeit (Bolla, 1984; Bolla & Kiss, 1986). A szerzők a „fonetikai hallás fejlesztésének is hathatós eszközét” látták az eljárásban (Bolla & Kiss, 1986: 166), amely alkalmas volt egyebek között a hangok röntgensémáinak megjelenítésére, egyszerre akár több hangzóéra is, mégpedig úgy, hogy „a már kirajzolt sémára más-más színnel vetítődnek rá az újabbak”, ahol a „bemutatás célja az artikulációs helyzet megfigyeltetése, tudatosítása és emlékezetbe vésése, az artikuláció és a fonetikus jel közötti asszociatív kapcsolat megteremtése, s nem utolsósorban az egyes hangok képzésében való eltérések, hasonlóságok megismertetése a röntgensémák egymásra vetítése által. Ezzel a bemutatással tudatosíthatók a hangoknak egy képzési jegyben való eltérései, például a palatális-mediális-veláris jellegből adódó különbségek éppúgy, mint a nyelvemelkedés fokából és az állkapocs nyitódásából származó eltérések” (uo. 171), vö. 3. ábra.

**3. ábra.** A veláris labiálisok egymásra vetített röntgensémája Bolla és Kiss (1986: 172) 7. ábráján



### 3. Artikulációs vizsgálatok az idegen nyelvi kiejtés elsajátításában

Mint említettük, Bolla Kálmán és kutatócsoportja a magyar mellett több más nyelv hangkészletét is dokumentálták fonetikai atlaszokban a fent ismertetett szerteágazó artikulációs és akusztikai technikákkal és módszertannal. Bolla egy írásában így fogalmazott: „A kiejtés oktatásban felbecsülhetetlen segítséget jelent a célnyelv és a forrásnyelv artikulációs bázisának kontrasztív vizsgálata. Az eltérések és az egyezések megismerése támpontot ad a kiejtési hibák értelmezéséhez és javításához, figyelmeztet az interferencia várható veszélyeire” (1971: 47).

A második/többedik nyelv elsajátításához kapcsolódó korszerű artikulációs vizsgálatokra szolgál például az az ultrahangos vizsgálat, amely (brazíliai) portugált tanuló magyar anyanyelvű egyetemistákkal készült. A brazil portugál mássalhangzórendszerben három approximáns szerepel: a centrális palatális /j/, a laterális alveoláris /l/ és a laterális palatális /ʎ/. Míg az előző két fonéma a magyar köznyelvi konzonánsok között is megtalálható, az utóbbi nem, mi több, ezek a brazil portugálban minimálpárokat is elkülönítenek (pl. *tela* /tela/ ‘képernyő’, *telha* /teʎa/ ‘cserép’, *teja* /teja/ ‘szövet’). A /ʎ/ fonéma többféle realizációt vehet fel az egyes brazil nyelvjárásokban (pl. [ʎ], [lʲ]). Egy vizsgálatban négy anyanyelvi beszélő és hét magyar anyanyelvű nyelvtanuló ejtését elemezték. Mindkét beszélői csoport esetében különbözött az /l/ és a két palatális realizációjában a nyelvforma, de míg az anyanyelvi beszélők esetében ugyancsak eltért a teljes nyelvforma a /j/ és /ʎ/ között, a nyelvtanulók ejtésében csak néhány beszélő ejtésében és náluk is csak a nyelvgyöki rész tért el az anyanyelvi beszélőkéhez hasonló módon és mértékben (Miranda et al., 2021).

## 4. A beszédzavarok vizsgálata

### 4.1. A norma kérdése

Az artikuláció egyedisége vitán felül áll, hiszen tudjuk, hogy mind a beszédképző szervek, mind azoknak a működtetése egyéni jellegzetességeket mutat. Mégis, implicit vagy explicit módon egy adott elvárással viszonyulunk az artikulációs mintázatokhoz, amiből adódóan ezeket az egyedi mintázatokot korlátok közé szorítja az ejtésnorma. A kiejtési norma a 20. század második felének egyik központi alkalmazott fonetikai kérdésköre volt (lásd például Grétsy & Szathmári, 1967), és ez – az ezzel kapcsolatos leírások és/vagy feltételezések – szolgál kiindulópontként a logopédiai vizsgálatoknak és terápiáknak is. Szende Tamás (1969: 346) definíciója szerint „tágabb értelemben normának nevezzük [...] azokat a mentális, fiziológiai és fizikai tényezőket, amelyek egy adott, létrehozott és/vagy vett nyelvi jelenség formai egyértelműségét biztosítják”. Szende a norma szerintinek azt a beszédhang-képző tevékenységet tekinti, amelyben a képzésben részt vevő valamennyi szerv működése optimális, és ennek feltételeit a következőképpen összegzi: „1. a szerv ép és működésképes, 2. az innerváció tökéletes, 3. a szerv működését irányító és végző izmok és egyéb részvevők

funkciójukban mechanikusan és semmilyen más módon gátolva nincsenek, 4. ezek az eredeti (nem beszédhangot létrehozó) funkciójuknak megfelelő intenzitású munkavégzésre képesek vagy ilyen munkavégzést folytatnak, 5. ha a szervek egymásközti automatikus és/vagy tudatos működésbeli harmóniája zavartalan” (350).

#### **4.2. A nem normatív beszédképző szervi működések vizsgálatának előzményei**

A magyar nyelvvel kapcsolatos artikulációs vizsgálatok kezdetét Balassa József 1887-ben megjelent tanulmánya jelentette, aki a saját kiejtésén végzett palatográfiai elemzéseket. A palatográfia (amelynek elnevezése a latin *palatum* 'szájpad' és a görög *graphein* 'ír, rajzol' szóból származik) és a lingvográfia (amelynek előtagja a latin *lingua* 'nyelv' szóból ered) a nyelv és a szájpad érintkezésének vizsgálatára alkalmas technikák. Az előbbi detektálhatóvá teszi a szájpadon az érintkező felület helyét és kiterjedését (bizonyos korlátok között) oly módon, hogy valamilyen (festék)anyag<sup>2</sup> használata révén a nyelv a beszédhang ejtésekor nyomot hagy a szájpadon. Ezt a szájpadra képet rögzítették valamilyen módon, például lerajzolták (pl. Balassa, 1887) vagy később lefényképezték (fotopalatográfia, pl. Bolla, 1980). A lingvográfia a módszer „fordított” alkalmazása, azaz amikor a szájpadnak a nyelven hagyott nyomát vizsgálják.

Balassa (1887) az ún. közvetett (indirekt) technikát követte, azaz „műszájpadlás”-t alkalmazott. Gipszmintát vett a saját szájpadjáról, majd ez alapján elkészítette annak mását vulkanizált kaucsukból. Finom krépor és alkohol elegyével kente be a „műszájpadlás” homorú oldalát, amelyből az alkohol gyorsan elpárolgott, így a bevonat megszáradt. A szájba helyezett „műszájpadlás”-on a beszédhang kiejtése közben a nedves nyelv nyomot hagyott (az érintkezési felületről a krépor a nyelvre került). A „műszájpadlás” óvatos eltávolítását követően a lenyomati képet átmásolták papírra. Ezzel szemben Friedrich Techmer (1889) ún. közvetlen, azaz direkt palatográfiát alkalmazott, ahol nem használtak „műszájpadlás”-t, hanem a befestett nyelv közvetlenül a beszélő szájpadján hagyott nyomot, és ezt rajzolták le. Ezzel a módszerrel egy magyar anyanyelvű férfi beszélő ejtéséről ő is rögzített és publikált palatogramokat (1889). Gombocz Zoltán (1908), majd Csúry Bálint (1936) szintén a saját ejtését vizsgálta ugyancsak közvetett palatográfiai módszerrel. Az utóbbi tanulmány a Magyarország északkeleti részéből származó egyes nyelvjárási beszédhangokat elemzett, és a magyar nyelvjárási beszéd artikulációjáról azóta sem készültek vizsgálatok, sem palatográfiával, sem más módszerrel, amit a hazai tudományosság nagy adósságának tartunk.

A palatográfia az egész 20. században igen népszerű módszer volt a magyar beszédhangok artikulációjának elemzésére (vö. Gósy, 2023; Markó et al., 2024).

---

<sup>2</sup> Ennek ismertetésére itt nem térünk ki, de a különböző kutatásokban alkalmazott anyagok összetételéről, jellemzőiről részletesen tájékoztat Gósy (2023) tanulmánya.

Az újabb magyar kutatásokban (lásd a fonetikai atlaszokat a 20. század második felében vagy akár a legutóbbi évek vizsgálatait) a direkt palatográfiát alkalmazták, amelynek az esetében a szápad és a nyelv között nincs közbeiktatott eszköz. Egy ilyen vizsgálatot mutat be részletesen Szende Tamás (1974): egy deszkalapon tükörtartó állványt helyeztek el, amelyre egy állítható magasságú tükörtartó rudat szereltek. A rúdra egy 5 × 11,5 cm-es, mindkét oldalon foncsorozott tükörlap volt rácsúsztatva. A kísérleti személy szápadját kakaó és orvosi szénpor keverékével kenték be. A vizsgálat tárgyát képező hangkapcsolat kiejtése után a tükörben látszó képeket lefényképezték, majd a fotókon végeztek méréseket.

Megemlítjük még, hogy ma már az ún. elektropalatográfia módszerével a folyamatos beszéd is vizsgálható, ezt nevezzük dinamikus palatográfiának (részletesen lásd például Stone, 2010). Az elektropalatográfia visszatér a „műszápadlás”-hoz, mivel a nyelv és a szápad érintkezését érzékelő elektródák ebbe vannak beültetve, másrészt a technológia sajátosságai miatt igen könnyen számszerűsíthetők az eredmények, azaz kvantitatív elemzésekre ad módot. Az elektropalatográfia technikája azonban a hazai tudományosságban mindeddig nem kapott szerepet.

Ugyan a magánhangzóknak az ajkak helyzetének vizuális (rajzokon való) ábrázolása már az 1900-as évek elejétől kezdve több forrásban is megjelent (vö. Gósy & Olaszy, 1985), az első dokumentált kísérleti adatokat Hegedűs Lajos tanulmányában (1931) találjuk. Ő előnézeti perspektívából készült labiográfias (latin *labium* 'ajak' + görög *graphein* 'írni, rajzolni') mozgóképes felvételből kivágott képeket közölt. Szende Tamás (1969) szintén filmes technikával (kinolabiográfiaival) végzett kutatást, amelyben számításokat is közölt. Gósy Mária 1976-os tanulmánya ugyancsak az ajakartikulációt vizsgálta, a Szende által alkalmazottól eltérő, de úgyszintén kvalitatív és kvantitatív módszertant ötvözve, illetve a már említett fonetikai atlaszokban is találunk különféle labiogramokat (foto- és kinolabiogramot szemből és oldalnézetből).

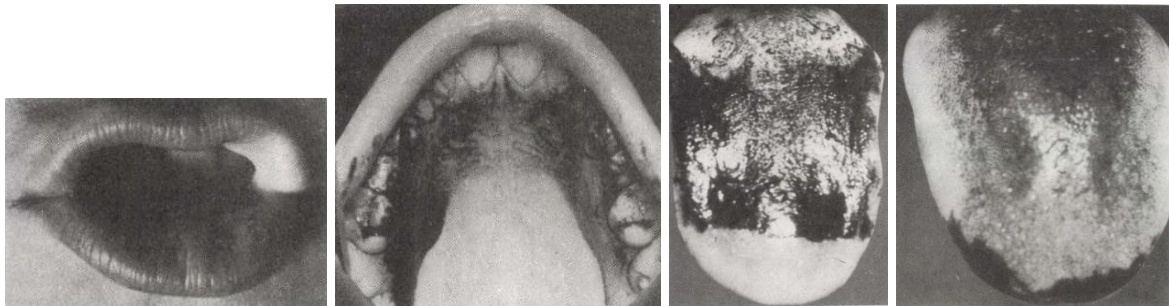
Mindezek a kutatások szolgáltak előzményként az általunk ismert első olyan magyar munkához, amely beszédhanghibákat dokumentált artikulációs vizsgálati technikák segítségével.

### **4.3. A beszédhanghibák vizsgálata**

Gósy Mária (1982) selypes spiránsok és affrikáták artikulációs és akusztikus leírására vonatkozó vizsgálatának eredményeit közölte. A 19–23 éves kísérleti személyek ejtéséről, labio-, palato- és lingvogramok készültek – ezek közül a 4. ábrán mutatunk be egy sorozatot. A szerző leírása szerint a labiogramok relevanciája a konkrét vizsgálatban elsősorban abban van, hogy megmutatja a szibilánsok ejtésében a nyelv és a fogak egymáshoz képest felvett helyzetét. Direkt fotopalatográfiaival és fotolingvográfiaival is készültek képek. Mivel a hagyományos módon készített lingvogramok nem mutatják az alsó fogsor és a nyelv érintkezését (fognyomásos selypesség), ezért ezt külön, egy módszertani

újítás bevezetésével vizsgálták, mégpedig úgy, hogy a festékanyagot a nyelv alá, az alsó fogsor hátára és a fogtőre vitték fel. Ha az ejtés nyomán a nyelv hegye fekete lett, az azt mutatta, hogy nekitámaszkodott az alsó fogsornak. Az elemzés a vizuális regisztrátumokra támaszkodott, és kvalitatív-leíró jellegű volt, számszerű összehasonlítások a beszédhanghibát mutató és a tipikus ejtés között nem készültek. Referenciaként tipikus ejtésről készült labio-, palato- és lingvogramokat is bemutatunk Bolla (1980) *Magyar hangalbum*-ából (5. ábra).

**4. ábra.** Selypes [tʃ] hang labio-, palato- és lingvogramja, valamint specifikus lingvogram a fognyomásos selypesség nyomával (Gósy, 1982: 276–277, 6. és 7. ábra)



**5. ábra.** A [tʃ] hang labio-, palato- és lingvogramja tipikus ejtésben (Bolla, 1980: 102)



#### **4.4. A nyelésfunkciók vizsgálata – a beszédhanghibákkal összefüggésben**

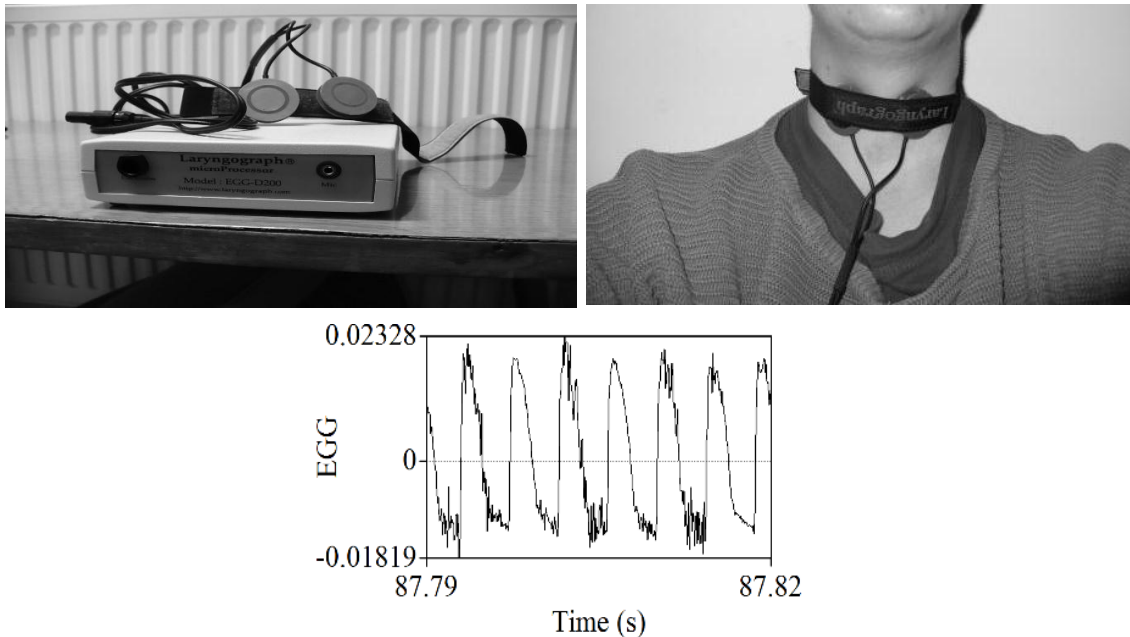
A logopédiai területen a közelmúltban Havadi-Nagy Marian végzett direkt palatográfiás elemzéseket a nyelésfunkció működésére vonatkozóan, ugyancsak kvalitatív módszerrel. Azt vizsgálta, hogy a nyelv mely szájpadi régiókkal lép kontaktusba nyelés során a szabályos nyelést és a nyelési OMD-t (orofaciális miofunkcionális diszfunkció) mutató személyek esetében (Havadi-Nagy, 2020a, 2020b). A palatográfia segítségével megfigyelhető a nyelés során a szervek között fellépő kontaktus – akár csak a beszédhangejtés közben. A nyelv megfestése után nyelésre kéri a kísérleti személyt, így a nyelés közbeni érintkezés esetén a festék nyomot hagy a szájpadon. A nyelési diszfunkció logopédiai jelentősége abban áll, hogy a nyelési probléma háttérben húzódó miofunkcionális zavar hatással lehet a beszédhangejtésre is, tehát a nyelési probléma és a beszédhanghiba között összefüggés mutatkozhat. Az atipikus nyelés esetén jelentkező szabálytalan beszédhangképzés főként a beszédhangok képzési helyét érinti, különösen, ha lingvális OMD-ről (LOMD) van szó. A logopédiai megfigyelések szerint ez

elsősorban a beszédhangok képzési helyének előre tolódásában jelentkezik (Havadi-Nagy & Deme, 2021). Havadi-Nagy a nyelés vizsgálata mellett a beszédhangejtés elemzésére is végzett palatográfiás kísérletet, és összefüggést keresett a releváns nyelési jellemzők és a beszédhangejtésnek a normativitása között, elsősorban az érintett, alveoláris és posztalveoláris mássalhangzók esetében. Következtetései között megfogalmazta, hogy a szabályos nyelés is együtt járhat akár nagyobb számú beszédhanghibával is, vagyis a nyelés szabályossága önmagában nem elégséges feltétele a normatív hangzóejtésnek, és atipikus nyelés esetén is lehet normatív a hangzóejtés (Havadi-Nagy, 2024: 140). A szerző felhívta a figyelmet, hogy az általa vizsgált kis esetszám bővítendő a további kutatásokban, és hangsúlyozta, hogy a nagy mintákon végzett artikulációs műszeres vizsgálatok olyan új eredményekkel szolgálhatnak, amelyek a logopédia praxisába is implementálhatók. Fontos megállapítása, hogy az általa alkalmazott statikus fotopalatográfiás eljárásnál még pontosabb képet adhat a vizsgált kérdéskörrel a dinamikus (elektro)palatográfia. Mint korábban említettük, ezt a módszertant Magyarországon még tipikus beszélők esetében sem alkalmazták, de több kutatási területen és céllal is nagy haszonnal kecsegtetne.

#### **4.5. A diszfóniás zöngeműködés vizsgálata**

A diszfónia a hangszalagok irányításának nehézsége, amelynek velejárói a modálistól eltérő zöngeminőség, a monotonabb beszéd és a rövidebb hangtartás. Az elektrolottográf (EGG) a hangszalagműködés vizsgálatára alkalmas eszköz (6. ábra balra fent). Az EGG két elektródája a kísérleti résztvevő pajzsporcának két oldalához van rögzítve (6. ábra jobbra fent). Az elektródák kis mennyiségű elektromos áramot vezetnek át a szöveteken: a hangszalagok záródási szakaszai megkönnyítik az áram áthaladását, míg a nyitási periódusok akadályozzák. Ez alapján az EGG információt nyújt a hangszalagok egymáshoz viszonyított pozíciójáról. A 6. ábra alsó paneljén látható az EGG-regisztrátum: a jel csúcsai a hangszalagok zárt, a völgyek a hangszalagok nyitott helyzetére utalnak.

**6. ábra.** Az EGG (Laryngograph Ltd.) és használata: a készülék és a hozzá kapcsolódó elektródák (balra fent), az elektródák a nyakra rögzítve a pajzsporc magasságában (jobbra fent), valamint az EGG által rögzített hullámforma (lent) (Markó et al., 2017: 70)



A Parkinson-kór az izmok működtetésére, így a beszédmotoros jellemzőkre is hatással van, ami miatt jelentkezhet diszfónia, dizartria, palilália (és akár apraxia) is. Gráczai és munkatársai (2018) egy pilot kutatásban egy fiatalkori Parkinson-kórral diagnosztizált beszélő esetében a gyógyszeres kezelés hatását elemezték a hangszalagműködésre. Az eredmény szerint a gyógyszer bevétele előtt a hangszalagok irregulárisabb mintázattal rezegtek, egy kisebb záródás után részben visszanyíltak, majd újrazáródtak, míg a gyógyszer hatására ez a visszanyitódás ritkább és kisebb mértékű lett.

#### **4.6. Artikulációs vizsgálati technikák a beszédterápiában és az augmentatív kommunikációban**

Az artikulációs kutatások modern eszköztára jelentős távlatokat nyitott a beszédterápia és az alternatív kommunikációs eszközök területén is. A technikai fejlődés és az új kutatómódszertani megközelítések lehetővé teszik az ún. biofeedback alkalmazását, amely a beszélő számára egyébként rejtett vagy nem tudatosuló élettani folyamatokat teszi érzékelhetővé és tudatossá (vö. pl. Cleland et al., 2015; Preston et al., 2017). Mivel a beszédképzés során a nyelv és a légyszájpad mozgásai kívülről (például tükörrel) nem követhetők pontosan, az olyan elektronikus műszerek, mint a nyelvultrahang vagy az elektromágneses artikulográf (lásd alább), alapvető segítséget nyújtanak. Ezek az eszközök a bioelektronikus jeleket vizuális, auditív vagy akár taktilis visszajelzéssé alakítják a kliens és a logopédus számára. Ez a megerősítés segít a páciensnek abban, hogy közvetlen kontrollt szerezzen saját artikulációs mozgásai felett, és hatékonyabban

érje el a terápiás célokat a korábban nem érzékelt szervi funkciók tudatosításával (Davis & Drichta, 1980).

A magyarországi beszédterápiában a biofeedback módszer alkalmazása eddig leginkább az akusztikus jelek vizualizációjára korlátozódott (például a hallássérült gyermekek fejlesztését segítő *Varázsdoboz* vagy *Beszédmester* szoftverek révén). A 21. század második évtizedétől azonban hazánkban is elérhetővé váltak olyan korszerű technikák, amelyek lehetővé teszik, hogy a terápiás gyakorlat túllépjen a tisztán akusztikai alapú visszajelzésen. A nyelvultrahang mára az egyik legígéretesebb eszközzé vált a motoros-szenzoros beszédzavarok kezelésében. Mivel ez az eljárás az egyik legelterjedtebb és legkönnyebben alkalmazható módszer gyermekek körében is (Stone, 2010), lehetőséget ad arra, hogy a beszélők számára egyébként rejtett artikulációs mozgásokat közvetlenül láthatóvá tegye. A nyelvultrahang nemzetközi szinten már számos alkalmazott kutatásban bizonyította hatékonyságát. Preston és munkatársai (2017) például a nyelvultrahang segítségével nyújtott vizuális visszacsatolás előnyeit vizsgálták apraxiás gyermekeknél, ahol a kliens és a logopédus valós időben monitorozhatta az artikulációs mozgásokat. Ehhez hasonlóan Adler-Bock és kollégái (2007) az észak-amerikai angol /r/ hang ejtési nehézségeivel küzdő serdülőknél alkalmazott ultrahangos képalkotást.

A nyelvultrahang és más artikulációs mérőeszközök a közeljövőben nemcsak terápiás eszközként, hanem augmentatív kommunikációs eszközként is a mindennapi gyakorlat részévé válhatnak: közvetlenül segíthetik a beszédprodukción olyan pácienseknél, akiknek technikai támogatásra van szükségük a hangzó beszéd létrehozásához. Ennek egyik legígéretesebb iránya az ún. némabeszéd-interfész (SSI, silent speech interface, vö. Denby et al., 2010) fejlesztése. Ez a technológia az artikulációs szervek – elsősorban a nyelv – hangtalan mozgását rögzíti, majd ezen képi adatok alapján mesterséges beszédet generál (az első magyar eredményeket lásd Csapó et al., 2017b, 2020). Így a felhasználó anélkül képes kommunikálni, hogy ténylegesen hangot adna ki. Ez a technológia kiemelt jelentőséggel bír a beszédsérüléssel élők, például a gégeeltávolításon átesett páciensek számára.

Az utóbbi években elérhető technológiai háttér révén kiemelt kutatási iránnyá vált az agy-számítógép interfészek (brain-computer interface, BCI) fejlesztése. Ezek az eszközök lehetővé teszik a számítógépek közvetlen, fizikai mozgás nélküli vezérlését, ami új távlatokat nyit az augmentatív és alternatív kommunikációs (AAC) technológiák alkalmazásában is. A magyar kutatások alapjául EEG (elektroencefalográfia, az agykéreg idegsejtjeinek elektromos aktivitását, azaz a feszültségingadozásokat mérő és rögzítő módszer), nyelvultrahang és beszédjel párhuzamos felvétele szolgál (Arthur–Csapó, 2022; Csapó et al., 2023a, b). Az ilyen típusú fejlesztések célja a beszédneuroprotézisek létrehozása, amelyek a jövőben hatékony segítséget nyújthatnak a neurológiai vagy fizikai károsodás miatt beszédben akadályozott emberek számára, pótolva

elvesztett beszédképességüket és természetes minőségű kommunikációt biztosítva számukra.

## 5. Az artikulációs fonetika művész(et)i tanulságai

### 5.1. Hangszimbolika és művészi beszéd

Fónagy Iván vizsgálataiban gégemikrofont és pneumográfot (légzésmérőt) (1954), valamint elektromiográfot (az izomaktivitás mérésére szolgáló eszközt) (1958) használt annak érdekében, hogy regisztrálja a hangsúly fiziológiai megvalósulásának hordozóit a gégében és a belső bordaközi izmokban. (A légzéssel kapcsolatos további alkalmazott nyelvészeti aspektusokat lásd még a 6. fejezetben.) Emellett az érzelemkifejező beszédben gégemozgásokat elemzett gégetükrözés és a gége függőleges keresztmetszetét elülső nézetből rögzítő röntgenfelvételek segítségével (1963). Megfigyelte a hangszalagok, az álhangszalagok és Morgagni-féle tasak működését „normális”, „lágú, gyengéd”, „dühös” és „gyűlölködő” beszéd során.

Fónagy sokrétű tudományos munkásságában egyebek között stilisztikai és poétikai elemzések is helyet kaptak, amelyekben megjelentek fonetikai vizsgálatainak az eredményei is. *A költői nyelv hangtanából* (1959) című munkája több olyan megfigyelést tartalmaz, amelyekben a hangszimbolikai összefüggéseket artikulációs fonetikai alapokból vezeti le. Így ír az [r] kapcsán: „A nyelvizom megfeszülése [...] erőfeszítést, küzdelmet mímél. Ennek a láthatatlan kifejező mozgásnak [...] szerepe van abban, hogy az *r* elkeseredett, vad harcot festhet [...]. A kinesztétikai élmény magyarázza azt is, hogy az *r* (az izomtónus fokozódásában, az izmok megfeszülésében kifejezésre jutó) harag, gyűlölet kifejezése lehet” (62). A felső nyelvállású palatális magánhangzók szimbolikája ugyancsak artikulációs megalapozottságú: „Csak a hang képzési sajátosságaiból kiindulva érthetjük meg, hogyan válhat az *i* vagy *ü* hang a düh[,] a gyűlölet, a metsző gúny, a fájdalom vagy a rémület kifejezésévé [...] Az indulat, hasonlóképpen a heves fájdalom hatására, a nyelv nekifeszül a felső szájpadlásnak, úgy hogy a levegő egészen szűk csatornán, gyakran spirantikus zörejtől kísérve hagyja el a szájüreget” (86). A légzési mechanizmusra vezeti vissza Fónagy a verslábak értelmezését: „A beszéd folyamán szüntelenül váltakozik a mellkasi és a gége alatti (subglottális) légnyomás, váltakozik az izmok feszültségi foka is. Kilégzéskor csökken a légnyomás, és elernyednek a mellkast tágító, emelő izmok, elernyed a rekeszizom is (a kilégzés éppen ezért alapjában véve passzív folyamat), s csökken a mellkasi és subglottális légnyomás. Ha az iktus<sup>3</sup> a ritmusegység első elemére esik, az oldódás hamar következik be, ha az utolsó elemére esik azonban, akkor a ritmusegységen belül mindvégig fokozódik a feszültség. Ez lehet az oka annak, hogy az ereszkedő verslábak nagyobb nyugalmat sugároznak [...], az emelkedő verslábak pedig inkább olyan érzelmeket tükröznek, melyek fokozott innervációban nyilvánulnak meg (élénk

<sup>3</sup> Az időmértékes versben egy vagy több szótagra kiterjedő nyomaték.

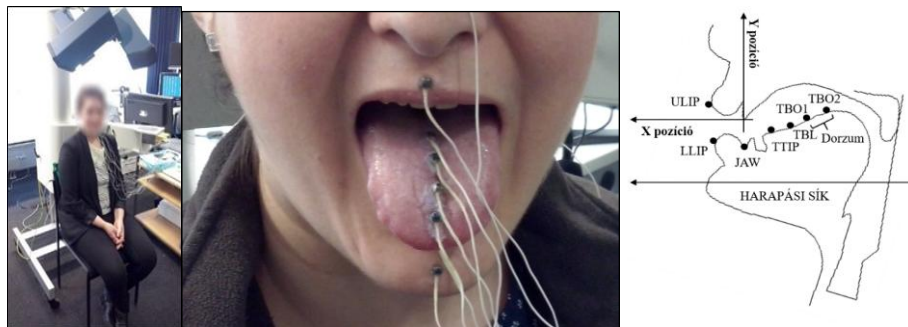
öröm, szerelmes nyugtalanság, harci készség és így tovább). Ezért társulhat a trocheus a kielégült, boldog szerelemhez vagy akár a nyugalmas remeteség képzetéhez” (132–133).

A színészi és előadóművészi hangzás volt az alapanyaga Fónagy Iván és Magdics Klára *A magyar beszéd dallama* című monográfiájának (1967), amely szintén említi képzési tulajdonságokat a különféle mondattípusok megvalósítása és az érzelemkifejezés kapcsán. A szerzők a változatok megjelenítésével egyfajta eszköztárat is bemutatnak a különféle hangzásélmények eléréséhez. A dallami mintázatokat kottákkal jelenítik meg, ami át is vezet bennünket az éneklés témaköréhez.

## 5.2. Az éneklés egyes artikulációs sajátosságai

Deme Andrea és munkatársai a magyar énekelt magánhangzók kapcsolatban végeztek vizsgálatot elektromágneses artikulográfiával (EMA). Ez a technológia az elektromágneses indukció elvét használja: a beszélő artikulációs szerveire rögzített apró szenzorok (tekercek) helyzete egy egészségre nem ártalmas, oszcilláló elektromágneses térben válik pontosan követhetővé (7. ábra).

7. ábra: A Carstens Medizinelektronik GmbH 16 csatornás AG501 típusú elektromágneses artikulográfja és a beszélő elhelyezkedése felvétel közben (balra), a rögzített szenzorok egy lehetséges elhelyezkedése (középen), valamint a képzőszervek és a szenzorpozíciók sematikus rajza oldalnézeti keresztmetszetben (jobbra) (ULIP = *upper lip* 'felső ajak', LLIP = *lower lip* 'alsó ajak', JAW = áll, TTIP = *tongue tip* 'nyelvhegy', TBL = *tongue blade* 'nyelvpárkány', TBO1/2 = *tongue body 1/2* 'nyelvtest' 1/2) (Deme et al., 2019: 212, Markó et al., 2017: 69)



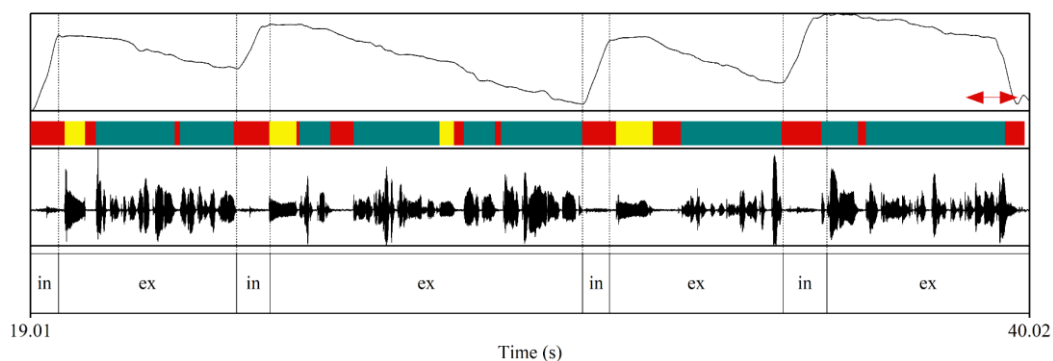
Deme és munkatársai 2016-ban publikált tanulmányukban egy magyar szoprán énekesnő produkcióját elemezték magas alapfrekvencián, választ keresve arra a kérdésre, hogy az énekelt magánhangzók artikulációja miben tér el a beszélt nyelvi megvalósulástól. Az elemzés feltárta, hogy az énekes szisztematikusan módosította artikulációját: növelte az állkapocs nyitási szögét és lejjebb engedte a nyelvét, amint az éneklési alapfrekvencia ( $f_0$ ) elérte vagy meghaladta a normál beszédre jellemző első formáns ( $F_1$ ) értékét. A nyelv hátsó részének lesüllyedése már e kritikus frekvencia alatt is megfigyelhető volt. Egy másik kutatásban (Deme et al., 2017) három magyar és három német szoprán énekesnő magánhangzó-produkciója alapján azt vizsgálták, hogy az anyanyelv magánhangzókészlete

befolyásolja-e a magas alaphfrekvencián alkalmazott artikulációs stratégiákat. Az adatok megerősítették a korábbi megfigyeléseket. Bár a kutatók szignifikáns egyéni különbségeket találtak abban, hogy az énekesnők mennyire tudták megőrizni a magánhangzók közötti artikulációs különbségeket, nem találtak egyértelmű bizonyítékot arra, hogy az alkalmazott stratégiák függjenek az anyanyelvtől.

## 6. A légzés vizsgálatának alkalmazott nyelvészeti aspektusai

A beszéd létrehozásához szükséges energiát a légzés szolgáltatja. A légzés időbeli ütemezése és mélysége több tényező függvénye. A beszédlégzés vizsgálata sporadikus előzményekre tekint vissza a magyar kutatásokban. Főnagynak a hangsúly artikulációs megvalósítására irányuló, fent említett, 1954-es vizsgálata után sokáig nincs tudomásunk a beszédlégzés vizsgálatáról. A 2020-as években Horváth Viktória és munkatársai kezdték újra el a beszédlégzés vizsgálatát pneumográfiával. A vizsgálathoz egy pántot kell a hason, egyet pedig a mellkason rögzíteni (lásd Heldner et al., 2019: 4, Figure 1). A 8. ábrán a légzés és a beszéd mintázatát látjuk: a felső rezgésképen az emelkedő szakaszok a belégzésnek felelnek meg, az ereszkedő szakaszok pedig a kilégzésnek; a piros kettősnyíl nevetést jelöl. A következő színes sávon a beszédszakaszok zöld, a néma szünetek barna, a kitöltött szünetek pedig sárga színnel látszanak. A második rezgéskép a beszéd, a címkéken pedig a légzés annotációja látható (ex = kilégzés, in = belégzés). Az eddigi hazai kutatások társalgás közbeni háttércsatorna-jelzések légzésmintázatait elemezték (Dér et al., 2024; Horváth et al., 2025), ami a magyar társalgáskutatásban újszerű megközelítés.

8. ábra. A RespTrack légzésmérő eszközzel (Heldner et al., 2019; Columbi Computers AB) készült felvételtől (RTRecorder 5.46.1) nyert beszéd- és légzésminta



## 6. Zárszó

A magyarországi artikulációs kutatások közel 140 éves története során a tudományterület jelentős technikai és szemléletmódbeli fejlődésen ment keresztül. A 21. század második évtizedétől elérhető korszerű technikai felszereltség (például a nyelvultrahang és az elektromágneses artikulográfia) új távlatokat nyitott a beszédprodukciónak megismerésében. Az új módszertanok egyik legnagyobb előnye, hogy nemcsak statikus, hanem dinamikus vizsgálatok is végezhetőek, aminek következtében az alap- és az alkalmazott kutatásokban is pontosabb képet kaphatunk az artikulációról.

Az artikulációs vizsgálatok eredményei ma már számos területen hasznosulnak. Didaktikai szempontból a kutatások rávilágítottak, hogy a hagyományos tankönyvi kategóriák és az egyéni artikulációs tapasztalat gyakran eltérnek, így a modern mérési adatok segíthetnek a nyelvtanítás módszertanának megújításában az első és második/többedik nyelv oktatásában egyaránt. A beszédterápia területén a biofeedback alkalmazása, különösen a nyelvultrahang segítségével, hatékonyabbá teszi a motoros-szenzoros beszédzavarok kezelését és a logopédiai munkát. A beszédtechnológiát tekintve a jövő egyik legígéretesebb iránya a némabeszéd-interfészek (SSI) és az agyi jeleket feldolgozó rendszerek (BCI) fejlesztése, amelyek hosszú távon jelentős társadalmi hozadékkal bírhatnak a beszédben akadályozott emberek kommunikációjának támogatásában.

Összegzésként megállapítható, hogy a hazai kutatások a statikus kvalitatív jelenségeleírásoktól a dinamikus és kvantitatív elemzés és az egyéni variancia megértése felé mozdultak el. A folyamatban lévő projektek és a technológiai innovációk biztosítják, hogy az artikulációs fonetika eredményeinek hasznosulása a jövőben az alkalmazott nyelvészet egyik meghatározó és gyakorlatorientált területévé váljon.

## 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.
- Antalné Szabó Ágnes & Raátz Judit (2010). *Magyar nyelv és kommunikáció. Tankönyv a 9. évfolyam számára*. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.
- Antalné Szabó Ágnes & Raátz Judit (2012). *Magyar nyelv és kommunikáció. Tankönyv az 5. évfolyam számára*. Budapest: Oktatókutató és Fejlesztő Intézet.
- Arthur Frigyes Viktor & Csapó Tamás Gábor (2022). Deep learning alapú agyi jel feldolgozás és beszéd-szintézis előkészítő munkálatai. In Berend Gábor, Gosztolya Gábor & Vincze Veronika (szerk.), *XVIII. Magyar Számítógépes Nyelvészeti Konferencia (MSZNY 2022)* (185–198). Szeged: Szegedi Tudományegyetem Informatikai Intézet.
- Balassa József (1887). A magyar hangok képzése. Stomatoskopikus vizsgálódások alapján. *Nyelvtudományi Közlemények*, 21, 130–144.
- Bolla Kálmán (1971). A kontrasztív fonetikai vizsgálatok jelentősége a nyelvtanítás számára. In *Magyartanítás külföldön. Az 1971. szeptember 2–3-i lektori értekezlet anyagából. Kézirat. III.* (43–49). Budapest: Művelődésügyi Minisztérium – Nemzetközi Előkészítő Intézet.

- Bolla Kálmán (1978a). A magyar beszédhangok ajakartikulációjának kísérleti-fonetikai vizsgálata. *Magyar Fonetikai Füzetek*, 2, 31–50.
- Bolla Kálmán (1978b). A magyar beszédhangok képzési konfigurációinak meghatározása palato- és lingvografikus kísérletekkel. *Magyar Fonetikai Füzetek*, 2, 51–65.
- Bolla Kálmán (1980). Magyar hangalbum. *Magyar Fonetikai Füzetek*, 6, 5–169.
- Bolla, K. (1981a). *A conspectus of Russian speech sounds / Атлас звуков русской речи*. Budapest–Köln–Wien: Akadémiai Kiadó – Böhlau Verlag. (Slavistische Forschungen, Band 32.)
- Bolla Kálmán (1981b). A magyar hosszú mássalhangzók képzése. (Kinoröntgenografikus vizsgálat számítógéppel). *Magyar Fonetikai Füzetek*, 7, 7–55.
- Bolla Kálmán (1981c). A magyar magánhangzók és rövid mássalhangzók képzési sajátosságainak dinamikus kinoröntgenográfiai elemzése. *Magyar Fonetikai Füzetek*, 8, 5–62.
- Bolla Kálmán (1981d). Az amerikai angol beszédhangok atlasza. A beszédhangok artikulációs és akusztikus sajátosságai. *Magyar Fonetikai Füzetek* 9.
- Bolla Kálmán (1984). Egyetemes fonetikai hangszabvány? *Magyar Fonetikai Füzetek*, 13, 71–120.
- Bolla Kálmán (1985). A finn beszédhangok atlasza. A beszédhangok képzési és hangzási jellemzői. *Magyar Fonetikai Füzetek*, 14, 7–249.
- Bolla Kálmán (1995). *Magyar fonetikai atlasz. A szegmentális hangszerkezet elemei*. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.
- Bolla, K. & Földi, É. (1987). *A phonetic conspectus of Polish. The articulatory and acoustic features of Polish speech sounds*. *Magyar Fonetikai Füzetek* 18.
- Bolla Kálmán & Kiss Gábor (1986). A hangszabvány magánhangzóinak számítógépes bemutatása. *Magyar Fonetikai Füzetek*, 15, 166–174.
- Bolla Kálmán & Valaczkai László (1986). *Német beszédhangok atlasza*. *Magyar Fonetikai Füzetek* 16.
- Cleland, J., Scobbie, 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 Tamás Gábor, Deme Andrea, Grácsi Tekla Etelka, Markó Alexandra & Varjasi Gergely (2017a). Szinkronizált beszéd- és nyelvultrahang-felvételek a SonoSpeech rendszerrel. In Vincze Veronika (szerk.), *XIII. Magyar Számítógépes Nyelvészeti Konferencia (MSZNY2017)* (339–346). Szeged: Szegedi Tudományegyetem Informatikai Intézet. Letöltés: <http://rgai.inf.u-szeged.hu/project/mszny2017/files/kotet.pdf>
- Csapó Tamás Gábor, Grósz Tamás, Tóth László & Markó Alexandra (2017b). Beszédszintézis ultrahangos artikulációs felvételekből mély neuronhálók segítségével. In Vincze Veronika (szerk.), *XIII. Magyar Számítógépes Nyelvészeti Konferencia (MSZNY 2017)* (181–192). Szeged: Szegedi Tudományegyetem Informatikai Intézet. Letöltés: <http://rgai.inf.u-szeged.hu/project/mszny2017/files/kotet.pdf>
- Csapó Tamás Gábor, Arthur Frigyes Viktor, Nagy Péter & Boncz Ádám (2023a). A beszéd artikulációs mozgásának predikciója agyi jel alapján - kezdeti eredmények. In: Berend Gábor, Gosztolya Gábor & Vincze Veronika (szerk.), *XIX. Magyar Számítógépes Nyelvészeti Konferencia (MSZNY 2023)* (357–368). Szeged: Szegedi Tudományegyetem Informatikai Intézet.
- Csapó, T. G., Arthur, F. V., Nagy, P. & Boncz, Á. (2023b). Towards ultrasound tongue image prediction from EEG during speech production. In *Proceedings of the 24th International Speech Communication Association, INTERSPEECH 2023* (1164–1168). Dublin: International Speech Communication Association (ISCA). doi: 10.21437/Interspeech.2023-40
- Csapó, T. G. & Xu, K. (2020). Quantification of transducer misalignment in ultrasound tongue imaging. *Proc. Interspeech 2020*. (3735–3739). doi: 10.21437/Interspeech.2020-1672
- Csapó, T. G., Zainkó, Cs., Tóth, L., Gosztolya, G. & Markó, A. (2020). Ultrasound-based articulatory-to-acoustic mapping with WaveGlow Speech synthesis. In: Meng, H., Xu, B. & Zheng, T. (eds.), *Proc. Interspeech 2020* (2727–2731). Sanghaj: International Speech Communication Association (ISCA).
- Csúry Bálint (1936). Szamosháti palatogrammok. *Nyelvtudományi Közlemények*, 50, 64–70.
- 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.

- Deme Andrea, Bartók Márton, Gráci Tekla Etelka, Csapó Tamás Gábor & Markó Alexandra (2019). A mondathangsúly hatása a magánhangzók megvalósulásának változatosságára. *Nyelvtudományi Közlemények*, 115, 199–232.
- Deme, A., Greisbach, R., Markó, A., Meier, M., Bartók, M., Jankovics, J. & Weidl, Zs. (2016). Tongue and jaw movements in high-pitched soprano singing: A case study. *Beszédkutatás* 2016, 121–138.
- Deme, A., Greisbach, R., Meier, M., Bartók, M., Jankovics, J., Weidl, Zs. & Markó, A (2017). *Tongue and jaw articulation of soprano singers at high pitch in Hungarian and German*. Presentation at International Seminar on Speech Production. Tianjin, China, 16-19 October, 2017.
- Deme Andrea & Markó Alexandra (2022). Hangtani kategóriák és szájtéri orientáció, avagy tudjuk-e, hogy hol képezzük a beszédhangokat? In: Navracsis Judit & Bátyi Szilvia (szerk.), *Nyelvek, nyelvváltozatok, következmények I. Nyelvoktatás, nyelvsajátítás, nyelvhasználat, fonetika és fonológia*. Budapest: Akadémiai Kiadó. Letöltés: [https://mersz.hu/dokumentum/m1033nynyk1\\_\\_214](https://mersz.hu/dokumentum/m1033nynyk1__214)
- Denby, B., Schultz, T., Honda, K., Hueber, T., Gilbert, J. M. & Brumberg, J. S. (2010). Silent speech interfaces. *Speech Communication*, 52(4), 270–287. doi: 10.1016/j.specom.2009.08.002
- Dér, Cs. I., Horváth, V., Huszár, A. & Krepesz, V (2024). The relationship between breathing and backchannel responses in spontaneous conversations: Pilot study. *Meletes Gia Tin Elliniki Glossa / Studies in the Greek Language*, 43, 133–143.
- Fónagy, I. (1954). Über die Schallfülle der ungarischen Vokale (Ein Beitrag zur Kenntnis der Verhältnisse von Akzent und Schallfülle.) *Acta Linguistica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 4(3–4), 383–425.
- Fónagy Iván (1958). *A hangsúlyról*. (Nyelvtudományi Értekezések 18.) Budapest: Akadémiai Kiadó.
- Fónagy Iván (1959). *A költői nyelv hangtanából*. Budapest: Akadémiai Kiadó.
- Fónagy Iván (1963). Az érzelmek kifejező mozgása a gége szintjén. Röntgenografikus vizsgálatok. *Magyar Pszichológiai Szemle*, 20, 206–216.
- Fónagy Iván & Magdics Klára (1967). *A magyar beszéd dallama*. Budapest: Akadémiai Kiadó.
- Gombocz Zoltán (1908). Magyar palatogrammok. *Nyelvtudományi Közlemények*, 38, 193–204.
- Gósy Mária (1976). A magyar beszédhangok ajakartikulációja. *Magyar Nyelvőr*, 100, 262–268.
- Gósy Mária (1982). Az élőbeszéd hibáiról. In: Bolla Kálmán (szerk.), *Fejezetek a magyar leíró hangtanból* (267–282). Budapest: Akadémiai Kiadó.
- Gósy, M. (2023). On the history of palatography in Hungarian phonetics. *Journal of the International Phonetic Association*, 53(3), 682–693. doi: 10.1017/S0025100321000293
- Gósy Mária & Olasz Gábor (1985). A magyar kísérleti fonetika első évtizedei. *Nyelvtudományi Közlemények*, 87, 109–121.
- Gráci, T. E., Bóna, J., Csapó, T. G., Deme, A., Bartók, M. & Markó, A. (2018). *Medicational effect on acoustic and articulatory vowel and voice parameters in Young Onset Parkinson's Disease. Case study*. Presentation at the 17th International Clinical Phonetics and Linguistics Association Conference (ICPLA). St Julians, Malta, 2018. október 23–26.
- Gráci, T. E., Csapó, T. G., Bartók, M., Deme, A. & Markó, A. (2021). Articulatory and acoustic differentiation of /s/ and /ʃ/ in children's speech: longitudinal case studies. In: Bóna, J. (ed.), *(Dis)fluencies in children's speech*. Budapest: Akadémiai Kiadó. Paper: m873dfics\_33#m873dfics\_33.
- Grétsy László & Szathmári István (szerk.) (1967). *Helyes kiejtés, szép magyar beszéd. Az egri kiejtési konferencia anyaga*. Budapest: Tankönyvkiadó.
- Havadi-Nagy Marian (2020a). A szabálytalan nyelésfunkció (myofunkcionális diszfunkció) klasszifikációs lehetőségei. In Fóris Ágota, Bölscei Andrea, Nádor Orsolya & Sólyom Réka (szerk.), *Nyelv, kultúra, identitás. V. Nyelvpedagógia, nyelvoktatás, nyelvsajátítás*. Budapest: Akadémiai Kiadó. Letöltés: [https://mersz.hu/dokumentum/m716nyki5nyny\\_\\_30](https://mersz.hu/dokumentum/m716nyki5nyny__30)
- Havadi-Nagy Marian (2020b). Az atipikus nyelés és a beszédhangejtés vizsgálata palatográfiával gyermekeknél. In Várad Tamás (sorozatszerk.), Ludányi Zsófia & Gráci Tekla Etelka (szerk.), *Doktoranduszok tanulmányai az alkalmazott nyelvészet köréből 2020. XIV. Alkalmazott Nyelvészeti Doktoranduszkonferencia* (32–50). Budapest: Nyelvtudományi Intézet. doi: 10.18135/Alknyelvdok.2020.14.3

- Havadi-Nagy Marian (2024). *Az orofaciális miofunkcionális diszfunkció és összefüggései a beszédhangejtéssel*. PhD-disszertáció. ELTE. doi: 10.15476/ELTE.2024.083
- Havadi-Nagy Marian & Deme Andrea (2021). Az orofaciális miofunkcionális diszfunkció és a nyelvlokkéses nyelés. In Markó Alexandra (szerk.), *Tanulmányok a beszédtudomány alkalmazásainak köréből* (115–145). Budapest: ELTE Eötvös Kiadó.
- Hegedűs Lajos (1931). Fonetikai tanulmányok. *Nyelvtudományi Közlemények*, 48, 266–273.
- Heldner, M., Włodarczak, M., Branderud, P. & Stark, J. (2019). The RespTrack system. In *1st International Seminar on the Foundations of Speech: BREATHING, PAUSING, AND THE VOICE, Sønderborg, Denmark, 1-3 December, 2019* (16–18).
- Horváth Viktória, Huszár Anna, Dér Csilla Ilona & Krepsz Valéria (2025). A légzés és a háttéracsatorna-jelzések kapcsolata társalgásokban. In Fogarasi Katalin, Ittész Dániel, Varga Éva Katalin & Vágási Tünde (szerk.), *Tudásmegosztás, információkezelés, alkalmazhatóság II. Nyelvi közvetítés és beszédkutatás* (42–47). Budapest: Akadémiai Kiadó. doi: 10.1556/9789636640989.5
- Kozma Endre (1974). Molnár József: A magyar beszédhangok atlasza Budapest, 1970. Tankönyvkiadó. 87 lap. *Általános Nyelvészeti Tanulmányok*, X, 240–243.
- Markó Alexandra, Csapó Tamás Gábor, Deme Andrea, Grácsi Tekla Etelka, Varjasi Gergely (2017). A gyermeki artikuláció vizsgálata – Új lehetőségek a hazai kutatásban. In Bóna Judit (szerk.), *Új utak a gyermeknyelvi kutatásokban* (65–95). Budapest: ELTE Eötvös Kiadó.
- Markó, A., Csapó, T. G., Bartók, M., Grácsi, T. E. & Deme, A. (2019a). Patterns of lingual CV coarticulation in Hungarian children’s speech: The case of stops. In Rose, R. L. & Eklund, R. (eds.), *Proceedings of DiSS 2019. The 9th Workshop on Disfluency in Spontaneous Speech ELTE Eötvös Loránd University Budapest, Hungary 12–13 September, 2019* (93–94). Budapest: ELTE Faculty of Humanities.
- Markó Alexandra, Csapó Tamás Gábor, Deme Andrea, Grácsi Tekla Etelka & Bartók Márton (2019b). Gyermekek lingvális artikulációjának variabilitása magánhangzós nyelvkontúrok alapján. In Bóna Judit & Horváth Viktória (szerk.), *Az anyanyelvvelsajátítás folyamata hároméves kor után* (165–190). Budapest: ELTE Eötvös Kiadó.
- Markó Alexandra, Csapó Tamás Gábor, Deme Andrea, Bartók Márton & Grácsi Tekla Etelka (2020). A magánhangzók lingvális képzési jegyeinek tanítása az artikulációs tapasztalat, a kutatási eredmények és az elméleti kategóriák tükrében. In Ludányi Zsófia, Jánk István & Domonkosi Ágnes (szerk.), *A nyelv perspektívája az oktatásban. Válogatás a PeLiKon2018 oktatásnyelvészeti konferencia előadásaiából* (71–82). Eger: EKE Líceum Kiadó. doi: 10.17048/Pelikon2018.2020.71
- Markó Alexandra, Grácsi Tekla Etelka, Juhász Kornélia & Deme Andrea (2024). Magyar artikulációs fonetikai kísérleti kutatások a kezdetektől napjainkig. *Nyelvtudományi Közlemények*, 120, 157–190.
- Miranda, L., Grácsi, T. E., Csapó, T. G., Deme, A., Juhász, K. & Markó, A. (2021). The Brazilian Portuguese lateral sounds produced by Hungarian learners of L2 Portuguese: An ultrasound tongue imaging study. In *5th International Conference “Approaches to Phonology and Phonetics” (APAP): Book of Abstracts* (30–32).
- Molnár József (1969). *A magyar beszédhangok atlasza*. Budapest: Tankönyvkiadó.
- Preston, J. L., Leece, M. C., McNamara, K. & Maas, E. (2017). Ultrasound biofeedback sample videos and practice data. ASHA journals. Fileset. Letöltés: [https://asha.figshare.com/articles/Ultrasound\\_biofeedback\\_sample\\_videos\\_and\\_practice\\_data\\_Preston\\_et\\_al\\_2017\\_/5150119](https://asha.figshare.com/articles/Ultrasound_biofeedback_sample_videos_and_practice_data_Preston_et_al_2017_/5150119) (2020. október 27.)
- Stone, M. (2005). A guide to analysing tongue motion from ultrasound images. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 19(6–7), 455–501. doi: 10.1080/02699200500113558
- Stone, M. (2010). Laboratory techniques for investigating speech articulation. In Hardcastle, W. J., Laver, J. & Gibbon, F. E. (eds.), *The handbook of phonetic sciences* (9–38). Oxford: Willey-Blackwell.
- Szende Tamás (1969). A köznyelvi magyar ejtésnorma felé. *Nyelvtudományi Közlemények*, 71, 343–385.
- Szende Tamás (1974). A nyelv akadályképző szerepéről. (Palatográfiai mérések alapján.) *Nyelvtudományi Közlemények*, 76, 323–357.
- Techmer, F. (1889). Nachwort. *Internationale Zeitschrift für allgemeine Sprachwissenschaft*, 5, 157.

- Zharkova, N. (2016). Ultrasound and acoustic analysis of sibilant fricatives in preadolescents and adults. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 139(5), 2342–2351. doi: 10.1121/1.4947046
- Zharkova, N., Gibbon, F. E. & Hardcastle, W. J. (2015). Quantifying lingual coarticulation using ultrasound imaging data collected with and without head stabilisation. *Clinical Linguistics and Phonetics*, 29, 249–265. doi: 10.3109/02699206.2015.1007528
- Zharkova, N., Hardcastle, W. J. & Gibbon, F. E. (2018). The dynamics of voiceless sibilant fricative production in children between 7 and 13 years old: An ultrasound and acoustic study. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 144, 1454–1466. doi: 10.1121/1.5053585
- Zharkova, N., Hewlett, N. & Hardcastle, W. J. (2012). An ultrasound study of lingual coarticulation in /sV/ syllables produced by adults and typically developing children. *Journal of the International Phonetic Association*, 42(2), 193–208. doi: 10.1017/S0025100312000060