

Hangmagasság- és akciósáram-vizsgálatok zöngés mássalhangzók képzése közben

I. A nyelvi megértés folyamatában a beszédhangokból alakult hangsorok hangmagasságának különféle módosulásai igen fontos szerepet játszanak, hiszen az objektív nyelvi tartalom mellett a beszélő szubjektív állásfoglalására és a beszédhelyzet számos mozzanatára, finom árnyalatára hívják fel a hallgatók figyelmét. A beszélő és a hallgató a beszédhangok hangmagasság-ingadozásait önkénytelenül fogja fel a nyelv tartalmi és komplex hangzás-elemeivel együtt, és nem abszolút, hanem relatív hangmagasságokat appericipiál, a hanglejtés számos mozzanatát kiszűri, s csupán a kiemelkedőbb fordulatok: a kisebb vagy nagyobb hangközzel történő indítás, a magasabb vagy mélyebb hangfekvés, a különböző intervallummal történő felfelé emelkedés, mélyre ereszkedés, vagy éppen az egyszinten való mozgás üti meg a fülét, és ezeket appericipiálja mint bizonyos tartalmi és érzelmi árnyalatok jellegzetes kísérő jelenségét. A szóalakok, a hangerő és a hangmagasság időbelileg ritmikusan jelentkező folyamából a jellegzetes szemantikai-, intenzitás- és melódiapontok mint lelki feszülések és feloldások sorozata jelenik meg a hallgató érzékelésében, és bonyolult intergrálódási folyamat segítségével azt az értelmi és érzelmi tartalmat váltja ki, amit a beszélő elérni kíván.

Az eddigi hanglejtésvizsgálatok azt mutatták, hogy az érzékelés számára a legfontosabb támpontokat a legnagyobb intenzitással rendelkező magánhangzók képviselik. Éppen ezért a kutatók a beszédhangoknak egy nagy csoportját: a zöngés mássalhangzókat már eleve kizárták vizsgáldásuk köréből, mert bár zöngéjük és így hangmagasságuk van, melódiájuk érzékelhetősége felette nehéz, mert képzésük közben az artikulációs levegő szabad kiáramlása elé vagy teljes akadály gördül (zöngés zárhangok), vagy pedig részleges (zöngés réshangok). Ilyen körülmények között a képzési levegő csak tetemes energia-vesztés után kerülhet a hangmezőbe, s ezért a zöngés mássalhangzók energia-értéke messze elmarad a magánhangzókétól. Hangnyomásméréseim (Hangnyomásmérések: NyK. LVI, 181—214; A geminátákról: MNy. LII, 415—428) azt mutatták, hogy a legnagyobb nyomásértéket a magánhangzók képviselik, majd a nazálisok és likvidák, a zöngés réshangok és a zöngés zárhangok követik a csökkenő értékű sorozatban. Kétségtelen, hogy a nyelvközösség által kialakított hanglejtésformák kifejezésére a nagy energiájú magánhangzók a legalkalmasabbak, sokan azonban úgy vélik, hogy egy-egy sajátos hanglejtésforma (PIKENél: „contour”) megvalósításában a zöngés mássalhangzók is tevékenyen részt vesznek. KENNETH L. PIKE (The intonation of American English. Ann Arbor, University of Michigan Press, 1953⁵) így ír e kérdésről: „The pitch of a voiced consonant at the end of a syllable may contribute

directly to the ending point of a primary contour. Thus, in $\frac{\text{man}^?}{\circ 3-2/}$ the significant contrastive contour is completed on the (*n*); in $\frac{\text{red}^?}{\circ 3-2/}$ the significant contrastive contour is completed on the (*d*); in $\frac{\text{what}^?}{\circ 3-2/}$ the contour must be completed on the vowel" (104). PIKE tehát úgy véli, hogy a szótag végén elhelyezkedő *n*, *d* vagy más zöngés mássalhangzó hangmagassága az előző magánhangzónál magasabb szintre emelkedhet, s így részese lehet a „significant contrastive contour”-nak. Viszont a szótag eleji zöngés mássalhangzó már nem bír ilyen tulajdonsággal, és nem vesz részt magas szinten kezdődő hanglejtésforma kialakításában: „If a contour is chosen which begins phonemically with a higher pitch, then the pitch of the initial voiced consonant may be much lower, as in $\frac{\text{man}}{\circ 2-4//}$ or $\frac{\text{boy}}{\circ 2-4//}$ but the significant contrastive pitch number two begins in each case on the vowel, just as it does for *toy*.” (104–105).

2. A magyar zöngés mássalhangzók hangmagasságmódosulásait részben izoláltan ejtett szavakban, részben pedig mondatokban vizsgáltam meg. A kijelentő és kérdő formát egyaránt figyelembe vettem. A vizsgálandó anyagot gégére helyezett kondenzátor mikrofon segítségével magnetofon-szalagra vettem fel, majd automatikus hangmagasságíróra, onnan pedig oszcilloszkópra vittem át, és a katódcső ernyőjén megjelenő fényingadozásokról folyamatos filmet készítettem. Gégemikrofonon keresztül tehát nemcsak a magánhangzóknak, hanem a zöngés mássalhangzóknak a hangmagasság-alakulásáról is képet nyerhettünk.

Alljon itt mutatóba vizsgálódásunk anyagából néhány befejezett közlést tartalmazó izolált szó. Ezekben a hanglejtés menete általában ereszkedő, a hang magassága az első szótagtól kezdve fokozatosan lejjebb száll, és az utolsó szótagban alaphangot ér. A hangköz nagysága $F-1\frac{1}{2}$ oktáva között mozog (HEGEDŰS L., Magyar hanglejtésformák grafikus ábrázolása. Bp. 1930, 20–36).

1. kép: *bibirtőkoš*. A hangsúlyos szótag kezdő *b*-jének hangmagassága az alaphang körül mozog (a D zenei magasságon). Időtartamának utolsó három periódusában igen csekély változás figyelhető meg. Az *i*-ben hirtelen emelkedik fel a hang egy kvinttel a 129 rezgésű *c* zenei magasságra. A második *b* zárhangban egy teljes zenei hanggal lejjebb esik, és csak a következő magánhangzóban emelkedik újra feljebb. Az *r* hangban azután ismét mélyül a hang, és a *tš* affrikáta záreleme előtt eléri a legmélyebb szintet. Ez annak a jele, hogy a hangszalagok feszült zöngéállásból ernyedtt fúvó állásba mennek át. A harmadik szótag *ř* hangjában átlagban F magasság körül mozog a melódia, a *k* képzése előtt azonban újra elernyed a hangszalag izomzata, s a hosszú *ř* utolsó periódusában mélyre száll. A rövid *o* első felében F körüli a zenei magasság, második felében azonban a befejezettség jeléül C alaphangra száll le. Hangköze tehát 1 oktáva.

Kétségtelen, hogy ennek a befejezett jellegű közlésnek fonemikus hanglejtésformája ereszkedő: • • — •, s a magánhangzók relatív magassági helyzete szabja meg tipikus alakulását, a zöngés mássalhangzók hangmagasságviszo-

nyait pedig mint jelentéktelent kiszűrjük. A *b* zöngés zárhang magassága a megindulásakor igen mély, érzékelésünkre azonban nem hathat döntő módon, mert az ajkak lezárják az artikulációs levegő útját, s így a hangmezőbe jutó energiát nagy mértékben megsűrrik, tompítják. De a második *b* képzése közben sem tudják tartani a hangszalagok az *i* magánhangzóban elért hangmagasságot és feszültségi fokot, mert az ajkzár következtében megnövekszik az intraorális levegőnyomás, ennek reakciójaként a gégeizomzat a feszességéből azonnal enged egy kissé, s így a hang magassága egy teljes zenei hanggal csökken.

2. kép: *žemle*. A szókezdő *ž* képzése közben a hang mély, és a 64 Hz-es C alaphang közelében mozog. Időtartamának második felében azonban a hangszalagok már kissé megfeszülnek, s az utolsó öt periódusban csekély emelkedés figyelhető meg. Az *e* magánhangzó mutatja a szó legmagasabb melódikus pontját (129 Hz = c). Innen kezdve fokozatosan mélyül a hang az *m*-ben, az *l*-ben jelzi a legmélyebb értéket, majd a szóvégi *e* magánhangzóban ismét feljebb emelkedik egy kissé, s csak utolsó két periódusában száll le az alaphangra.

Nyilvánvaló, hogy a fonemikus hanglejtésforma főtámpontjai itt is a magánhangzók, s a szókezdő *ž*-nek, majd pedig az *l* hangnak a formából kiugró mély melódiája nyelvi szempontból irreleváns tényezők. Az ereszkedő menetbe legsimábban még az *m* nazális illeszkedik bele, s a befejezett közlés tipikus hanglejtése a (*ž*) *em* (*l*) *e* hangok melódiáján keresztül jut kifejezésre.

3. kép: *žigmondot*. A szóeleji *ž* mássalhangzó mély, s csak utolsó periódusában emelkedik fel egy kissé. Az *i*-ben eléri a 122 Hz-es H magasságát. Az *i* magasságképe a két zöngés mássalhangzó között konvex, ezeknek ugyanis mélyítő hatásuk van. A *g* és *d* zöngés zárhangokban erősen mélyül a hang, az *m* és *n* nazális magassága viszont nagyjában simán illeszkedik bele a lezárt közlés ereszkedő hangmenetébe. A fonemikus hanglejtésforma legerősebb pillérei tehát itt is a magánhangzók, menetébe legjobban a nazálisok illeszkednek bele, a legfeltűnőbb elütő hangmélyülést pedig a *ž* és *g* hangok mutatják.

4. kép: *bändžäl*. A *b* zárjának tartama alatt a hangmagasság a 86 Hz-es F körüli szinten mozog, felpattanása után fokozatosan emelkedik, míg végül az *ä* képzése közben eléri a legnagyobb magasságot. A nazálisban azonban megkezdődik az ereszkedés, s folytatódik a *dž* affrikátában is. A zárréshang elemeiben a hangmagasság menete nem egységes. Második elemében igen feltűnő mélyülés következik be, s végén tetemes zöngereduksió mutatkozik. Az utolsó szótagban kis ingadozás után alaphangon záródik a hanglejtésforma. A tipikus ereszkedő hangmenettől csupán a *b* és *dž* hangmagassága üt el.

5. kép: *tšemegebolt*. A zöngétlen affrikáta után következő *e* mindjárt a forma legmagasabb hangján indul meg. Az *m*-ben kissé lejjebb száll a hang, majd a második *e*-ben egy fél hanggal újra emelkedik. A *g* zöngés zárhangban alaphangot ér, de a harmadik *e*-ben valamit ismét emelkedik. A zöngés zárhangok szokásos mélyülése a *b*-ben sem marad el, s csak utolsó periódusaiban tükröződik vissza az erősebb hangszalagfeszülésre való előkészület. Az összetett szó második tagjának *o* hangjában a mellékhangsúlynak megfelelően magasabb szintről ereszkedik le a hang a befejező alaphangra. A legfeltűnőbb hangmélyülést itt is a zöngés zárhangok (*g*, *b*) képzése közben figyelhetjük meg. A két magánhangzó közötti nazális (*m*) csak kis mértékben tér el a szomszédos magánhangzók tipikus irányától, a közlést lezáró *l* mélyülése pedig teljes mértékben beleilleszkedik a hanglejtésforma menetébe.

6. kép: *zivátár*. A szókezdő *z* itt is alaphangon mozog, és csupán tartamának utolsó harmadában mutat némi emelkedést. A hangsúlyos szótag *i*-jében van a melódiamaximum, de a zöngés réshang (*v*) képzése közben valamivel lejjebb száll a hang, s csak az *á*-ban emelkedik fel egy kissé, de itt sem marad egy szinten, konvex képet mutat, mert utolsó periódusaiban a hangszalagok már a *t* fúvó állására készülnek fel. Szétnyílás előtt a hangszalagizomzat enged feszségéből, és ennek megfelelően a hang magassága is mélyebbre ereszkedik. Az utolsó szótag *á*-jának iránya ereszkedő, és a lezárt közlés tipikus formája a mélyülő *r*-ben fejeződik be. A hanglejtés sajátos irányától csak a *z* és *v* réshang mélyülése üt el.

7. kép: *huntsuiššg*. A melódiakép a magas *u*-val indul meg. A nazálisban valamivel mélyebbre száll a hang, s utolsó periódusaiban a *ts* előtti elernyedést tükrözi. Hasonló hangmagasságalakulást figyelhetünk meg a következő affrikáta előtt is a második *u* hangban. Világos tehát, hogy a szomszédos mássalhangzók a magánhangzók hanglejtésmenetét igen erősen befolyásolják, és konvex, eső, vagy konkáv formájának melódiaszögét döntően határozzák meg. Az is bizonyos, hogy a melódia módosulásával egyidejűleg a magánhangzó hangszínében, formánsfelépítésében is bizonyos változások történnek. A hangsorban élő magánhangzó tehát tulajdonképpen sohasem egy ideális, minden hatástól mentes „tisztá fonéma”, hanem olyan hangzat, amely formánsfelépítésének egyes mozzanataival, melódiaalakulásával, irányvonalával már határozottan szomszédos mássalhangzók léteére utal.

A befejezett közlést kifejező forma kialakításában tehát itt mindegyik zöngés hang tevékenyen vesz részt. A nazálisok általában a legkönnyebben illeszkednek bele a magánhangzókra keresztül érvényesülő formákba, a közlés végét jelző *g* mélyülése pedig ugyancsak összhangban áll az ereszkedéssel.

A kérdés hanglejtésformáinál teljesen hasonló a helyzet. (Az idevágó vizsgálatok egy részét lásd „A geminátákról” c. cikkemben: MNy. LII, 426–427). Nyilvánvaló tehát, hogy a fonemikus hanglejtésformák érzékelése szempontjából valóban a magánhangzók szolgálatjára a legfontosabb támpontokat, ők képviselik azokat a relatív szintkülönbségeket, amelyek nyelvileg differenciálnak. A magánhangzókra keresztül kifejezésre jutó hangmagassági szintet leginkább a nazálisok és likvidák közelítik meg, a zöngés rés- (pl. *v*, *z*, *zs*) és zárhangokat (*b*, *d*, *g*) a képzésmódjukkal együttjáró hangmélyülés akadályozza meg a hanglejtésforma menetébe történő tökéletes beleilleszkedésben. Szerepük valójában csak ott tökéletes, ahol az ereszkedő vagy eső irányt kell kifejezésre juttatni (pl. befejezett közlés utolsó mozzanatában: *bändžäl*, *tšemegebolt*, *zivátár*, *huntsuiššg* stb.). A zöngés mássalhangzók hangmélyülésének abszolút értéke az artikuláció módjától, az érzelmi feszültség fokától, az értelmi kiemelés nagyságától, a szomszédos beszédhangoktól és még számos más tényezőtől függ. Leggyakoribb a zöngés réshangoknak fél hangtól két hangig, a zöngés zárhangoknak pedig egy teljes hangtól négyig történő mélyülése (a szomszédos magánhangzók szintjéhez képest). Az említett tényezők azonban mind az alsó, mind pedig a felső értékeket lényegesen módosíthatják.

3. A zöngés mássalhangzókban bekövetkező hangmélyülésre itt-ott már megjegyzést találhatunk a szakirodalomban, a képzésmozzanatok módszeres vizsgálatával azonban nem foglalkoztak.

M. KLINGHARDT és M. DE FOURMESTRAUX (Französische Intonationsübungen. Cöthen 1911, 44) hanglemez lehallgatás alapján megfigyelte, hogy

eső hanglejtésformában a hangmagasság mélyre ereszkedése az *l* és *r* zöngés mássalhangzókban is folytatódik. Egyik dolgozatában K. KETTERER (Exp. Dialektgeogr. des Alemannischen in Baden: LebSpr. Heft 13,29) a *ž* zöngés réshanggal kapcsolatban azt írja, hogy hangmélyítő hatása lehet még a környezetére is: „Das Wort »šla« setzt bei 222 Hertz ein, das »žlext« bei 139 Hertz. Offenbar ist der tieferliegende Vokal erheblich weniger gespannt; den unter sonst gleichen Bedingungen (vor »l«) ist »ž« eindeutig voll stimmhaft”. Majd leszögezi, hogy lágy mássalhangzók után következő magánhangzók mindig mélyebb hangon indulnak meg (uo. 30). L. KAISER (Biological and statistical research concerning the speech of 216 dutch students: ANPE XVI, 133) a zöngés zárhangok képzéséről szólva megemlíti STETSON—HUDGINS ama megállapítását, hogy a zár tartama alatt a gégefő lejjebb ereszkedik; ez a tény KAISER szerint hangmélyülést eredményezhet: „which might cause a lowering of the voice”. R-M. S. HEFFNER (General Phonetics. Madison 1952. 122) a zöngés zárhangok hangmélyülését a kisebb energiafelhasználással magyarázza: „Voiced stops are usually lenis rather than fortis. Lower pitch and lesser energy are interrelated phenomena”. R. BRUNNER (Die Stimmhaftigkeit der französischen und zürich-deutschen Lenislaute: Z. f. Phon. 7 (1953)) megjegyzi, hogy a franciában és a zürichi német nyelvjárásban a zöngés zárhangok képzése közben a hangmagasság kissé lejjebb száll: „Der Beginn der Implosion bei Verschlusslauten im Frz. und Zd. ist durch ein plötzliches, allerdings geringfügiges Absinken der Tonhöhe gekennzeichnet. Im Moment des Explosionsbeginns erfolgt sehr häufig ein Wiederansteigen der Tonhöhe” (309). W. BETHGE (Das Abhören von Lautmelodie und Silbenmelodie: Zeitschrift f. Phon. 7 (1953), 320—326) a hallásérzékelés és mérés divergens eseteiről szólva a mássalhangzók szerepére gyanakszik: „Bei der Zuordnung der Abhöreraussagen über die Melodie zu den Ergebnissen der Messung der Lautwinkel ergeben sich eine Reihe von Divergenzen... Laute, die von den Abhörern als »steigend« bezeichnet wurden, haben bisweilen der Messung nach einen negativen Lautwinkel, der Tonhöhenverlauf war also objektiv fallend... Es könnte sein, dass ein Teil dieser Divergenzen darauf beruht, dass die M-aussage sich nicht allein auf den Vokal bezieht, dessen Lautwinkel sie nämlich in der Auswertung gegenübergestellt wird, dass vielmehr der Vokal und der Konsonant die Aussage beeinflussen” (321). Majd határozott utalást találunk a zöngés mássalhangzók hangmélyülésére vonatkozólag is: „Dabei zeigte sich, dass der Verlauf der Melodie innerhalb der Silben meistens konvex ist, anders ausgedrückt, dass der Vokal mehr zum Steigen, der Konsonant eher zum Fallen neigt” (323). „Ein Teil der Divergenzen zwischen Messung und Abhöreraussagen auf der Nichtbeachtung der Konsonanten beruhen kann” (324). O. VON ESSEN (Melodien deutscher Dichtung. A „Sprechmelodie als Ausdrucksgestaltung” c. kötetben: Phonet. Lab. Hamburg, 1952) az ének és a beszéd hangmagasságmenetét egybevetve megjegyzi, hogy énekben a magánhangzók magassága általában bizonyos szintet tart, viszont a zöngés mássalhangzók képzése közben tetemes hangmélyülést lehet megfigyelni: „Die auffälligsten Abweichungen finden sich [ti. az énekben] in denjenigen Abschnitten, die den Konsonanten zugehören (Vertiefungen in *w* von »wie«, *l* von »kalt«, *g*, *w*, *r* und *d* von »geworden«, ferner unmittelbar vor stimmlosen Konsonanten wie am Ende des *i* von »ist«...”) (2). Majd a beszéd melódia-görbéjét interpretálva ezt írja: „Die Sprechkurve B zeigt manche Ähnlichkeit mit der Singkurve. Auch hier ist die Beeinflussung der Tonhöhe durch die

Konsonantbildung deutlich, besonders ausgeprägt in den beiden *w*-Lauten" (3).

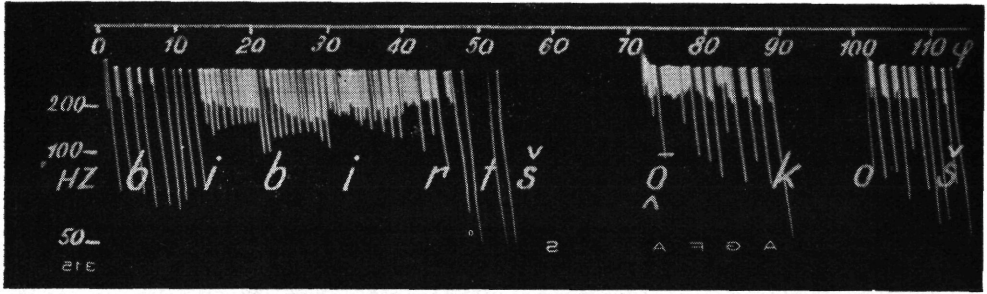
4. A fenti vizsgálatokból és az elszórt megjegyzésekből kitűnik, hogy a hangmagasságnak zöngés rés- és zárhangokban történő mélyülése nem valamely nyelven belüli sajátos képzésmód következménye, hanem az artikuláció mozzanataiból adódó fiziológiai törvényszerűség. Rés- és zárképzés közben az intraorális levegő nyomásának a nagysága megnő, mert az artikulációs levegő szabad kiáramlását szűk rés vagy teljes zár gátolja. A megnövekedett levegőnyomásra a hangképző mechanizmus bizonyos izomcsoportjai azonnal reagálnak: a gégefő izomzata feszességi fokából enged, kissé meglazul, elernyed. Zöngés zárhangoknál — amint azt C. V. HUDGINS és R. H. STETSON kimutatta (Voicing of consonants by depression of larynx: ANPE XI, 1—28) — a magas nyomás következtében az egész gégefő lejjebb száll. Ezáltal viszont megnövekszik a garatüreg térfogata, a supraglottális levegőnyomás csökken, a subglottális viszont növekedik, a nyomásdifferencia következtében azután a hangszalagokon keresztül levegő áramlik keresztül, és zöngé keletkezhet. A gégefő süllyedésével egyidejűleg azonban a hang magassága lejjebb száll, amint azt EYCKMANN röntgenvizsgálatai megmutatták.

5. A gégefő izomzatának lazulását, a zöngés rés- és zárhangok képzése közben mutatkozó gyengébb izomtevékenységét akciósáram vizsgálataim is igazolták.¹

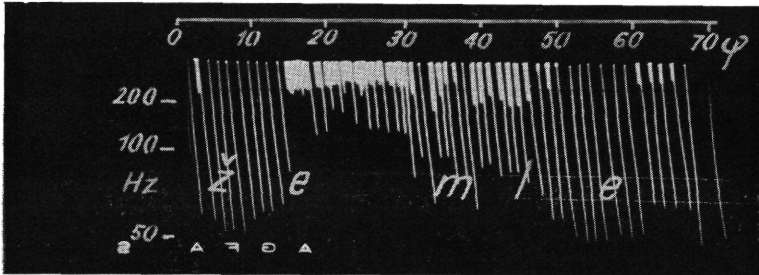
Ha a beszédhang képét (M.) a különböző izomcsoportokról levezetett akciósáram képével összehasonlítjuk, akkor megfigyelhetjük, hogy az artikulációs izomtevékenység időben egy kissé mindig megelőzi a hangot. Ez természetes, hiszen beszédhang csak a szükséges képzési mozzanatok nyomán keletkezhet, s figyelembe kell vennünk azt is, hogy a hangképző és módosító szervek izomcsoportjai nem egyforma gyorsan innerválódnak. L. KAISER (Some properties of speech muscles and the influence thereof on language: ANPE X (1934), 121—133) kimutatta, hogy viszonylagosan leglassúbb az ajakizmok innerválása, majd növekvő sorrendben így következnek: bordaközi, állkapocs, nyelv és gégefő izmok. Leglassúbbak tehát a nervus facialis, s leggyorsabbak a nervus vagus irányította izmok.

8. kép: *ákárátát* a) kijelentő, b) kérdő alakban. Az alsó hanggörbén (M.) a zöngétlen *k* és *t* vonala választja el egymástól a zöngés magánhangzók hullámsorozatát. A LAR. II. képen megfigyelhetjük, hogy az első *á* hang képzéséhez szükséges aktív izomműködés a hangzás előtt már 0,1 sec-mal előbb megkezdődik, s a myogramm egyre erősödő kitéréseket mutat. A *k* hang artikulációja közben a görbe 0 vonalon mozog, a gégefő alsó részének izmai tehát elernyednek, s a hangszalagok nyílt fúvó állásba mennek át. A második *á*-ban

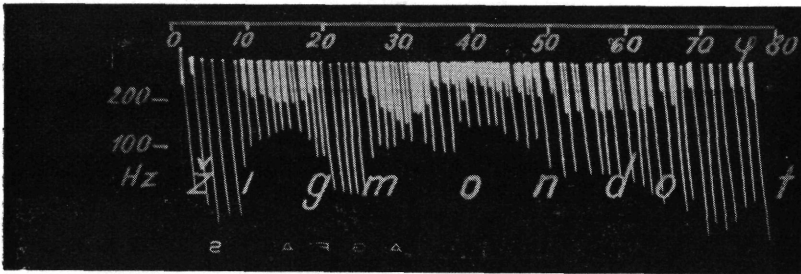
¹ Az akciósáram elvezetésével történő vizsgálatokat 1955—6-ban az Országos Idegsebészeti Tudományos Intézetben dr. Tóth Szabolcs főorvos szíves közreműködésével végeztem. Önzetlen segítségért ezúton is hálás köszönetet mondok. — A myogramokat 8 csatornás E. Kaiser-féle (Koppenhága) EEG-vel készítettük. Vékony ezüstlemezből készült két-két elektródát ragasztottunk leukoplasztal közvetlen a felső (LAB. I.) és alsó ajak (LAB. II.) alá, a gégefő felső (LAR. I.) és alsó (LAR. II.) részére a középvonaltól oldalt kb. 15—16 mm távolságra. Ezenkívül egyidejűleg mikrofonon keresztül a kiejtett beszédhang képét is regisztráltuk. A vizsgálat alapjául 196 izolált szó és 30 mondat szolgált kijelentő és kérdő formában egyaránt.



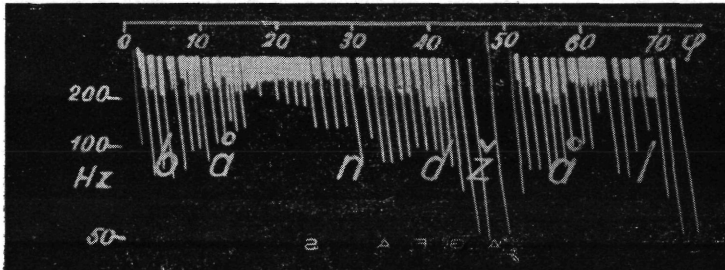
1. kép



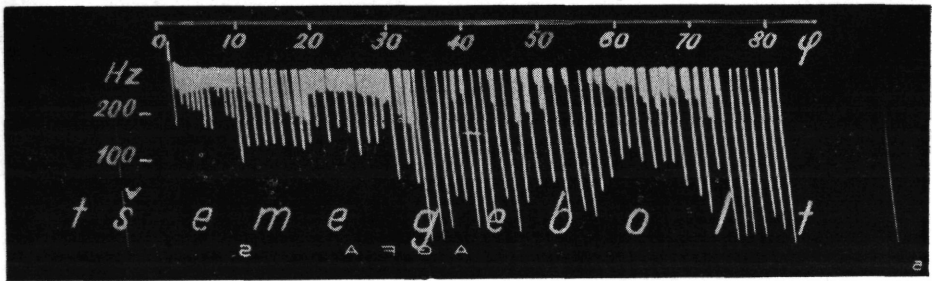
2. kép



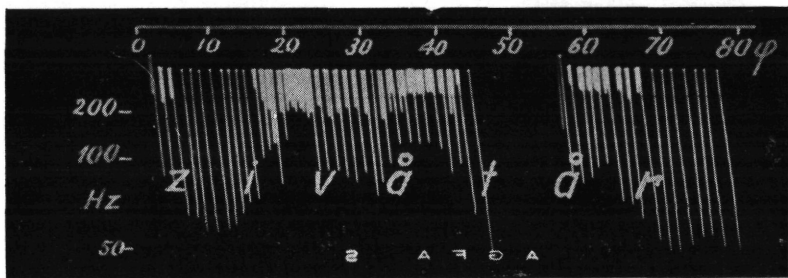
3. kép



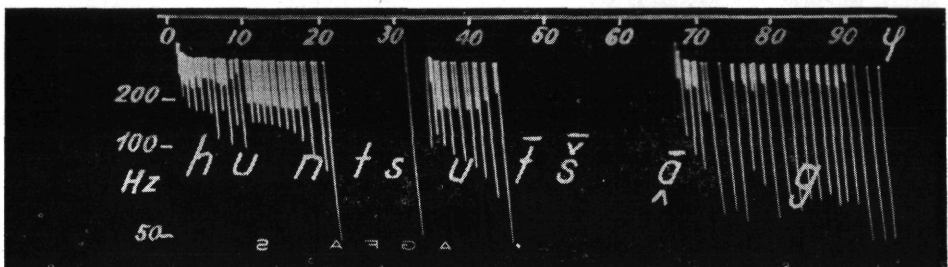
4. kép



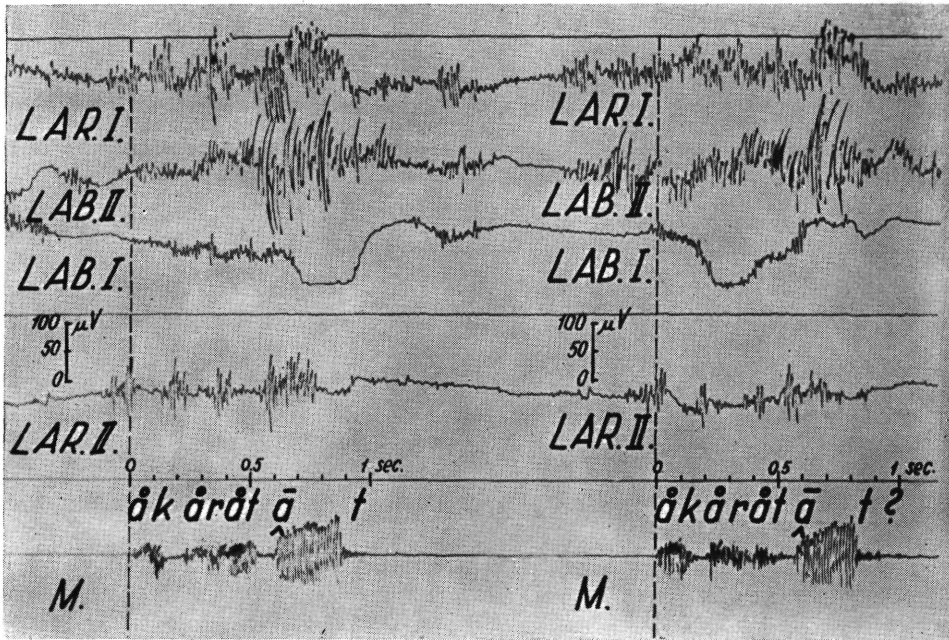
5. kép



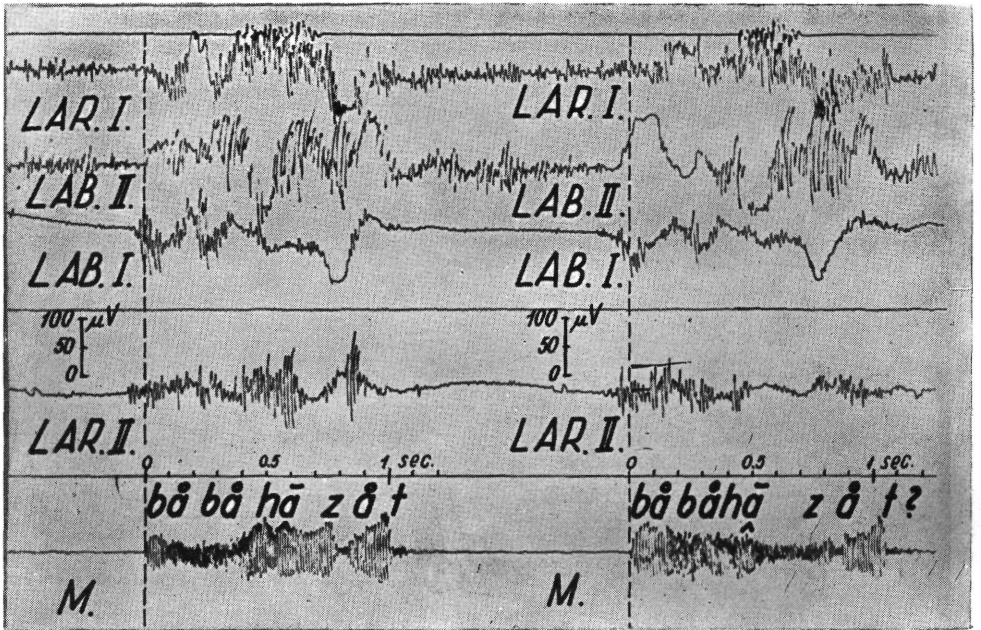
6. kép



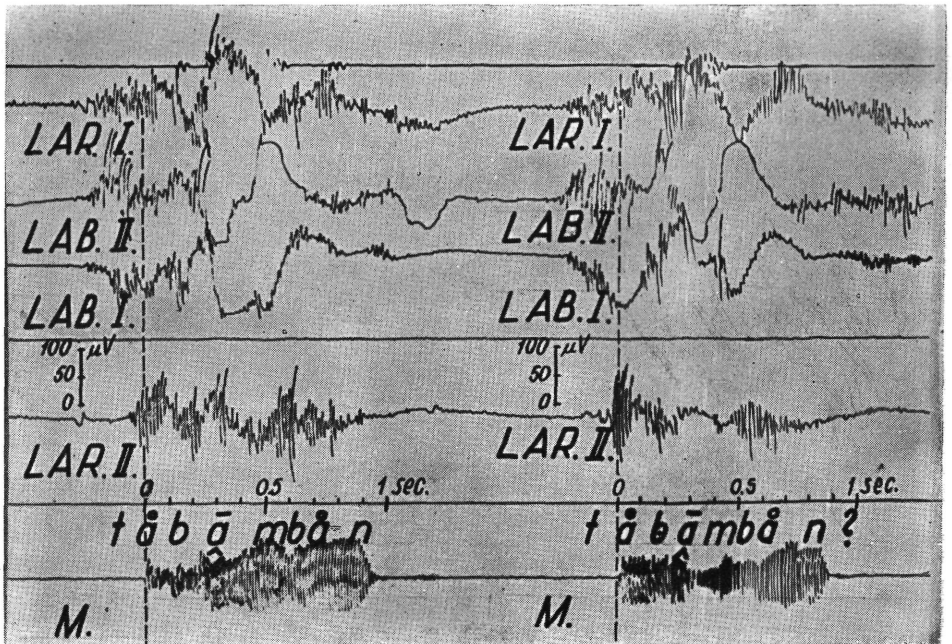
7. kép



3. kép. Izmosoportokról felületi elvezetéssel készült akciósáram képek, myogrammok : LAR. I. = a gégefő felső részére, LAB. II. = az alsó ajakra, LAB. I. = a felső ajakra, LAR. II. = a gégefő alsó részére helyezett elektródákon át elvezetett akciósáram regisztrálása; M. = mikrofonon keresztül a beszéd közvetlen regisztrátuma, oscillogrammja.



9. kép



10. kép

újra erősödnek az aktív izomműködések, s nagy amplitudójú kitérések jelzik ezt a tényt. Majd az *r* artikulációja következik: az izomműködés ismét ellanyhul, a görbe a 0 vonal táján mozog, s csak a harmadik *á* képzése közben mutat újra fokozatosan erősödő kitéréseket. A *t* képzése a *k*-hoz teljesen hasonló képet mutat az izomműködés erejéről, s a 0 vonal közelében mozog. A hosszú *ā*-ban találjuk a legnagyobb amplitudójú kitéréseket időtartamának megfelelő ideig. A hosszú magánhangzók tehát valóban feszesebb hangszalagpréseléssel képződnek, mint a rövidek (vö. E. A. MEYER, Das Problem der Vokalspannung: Z. f. d. neuspr. Unterricht. 21. kötet (1913), 2. füzet 65—86 és 3. füzet 145—71). A felvétel tehát igen tanulságos: a szótagok nemcsak hangzás tekintetében (M.) különülnek el egymástól, hanem a gégefő izomműködése szempontjából is (LAR. II.). A zöngés vokálisok artikulációja közben a μ V-ban pontosan lemérhető feszültségcsúcsok keletkeznek, és ezek váltakoznak csaknem feszültségmentes völgyekkel. Az ismétlődés megközelítőleg szabályos; érthető tehát, hogy a szótag izomműködés és érzékelés szempontjából is a legkisebb ritmikus egység. A ritmus keltéséhez ezek a mikro-ritmus tényezőik is hozzájárulnak, s izomérzékleteink elősegítik ennek a komplex jellegű folyamatnak az érzékelését. Lényegileg hasonló a b) kérdő forma is. A kijelentő alak éreszkedő, a kérdő alak emelkedő-eső melódiaformája természetesen az izomműködés különböző feszültségi fokában is kifejezésre jut. Az a) kijelentő formában a LAR. II. a befejezett közlés utolsó magánhangzójában mutatja a legnagyobb kitéréseket, mert itt éreszkedik legmélyebbre a hang, s hangmélyülnél a musculus cricothyreoideus különösen aktív működést fejt ki. A LAR. II. ábrázolta görbék, tehát nemcsak az izomműködés erősségének fokát, hanem bizonyos mértékben a hangmagasság alakulását is visszatükrözik. Megfigyelésünk tehát megerősíti R. LUCHSINGER (Stimmphysiologie und Stimmbildung. Wien, 1951, 59) megállapítását, aki a m. cricothyreoideus szerepére vonatkozólag leszögezi, hogy „lényegileg a zöngé magasságát szabályozza”.

A LAB. I., azaz felső ajak görbéjén mind a a), mind pedig a b) formában csak gyenge amplitudójú kitéréseket látunk. A LAB. II., azaz az alsó ajak izomműködése sokkal aktívabb, s különösen az *ā* képzése közben erős az ajak széthúzó izmainak a működése. Innerválása a kérdő formában korán kezdődik (0,4 sec-mal előbb, mint az első *á* hang képe).

A LAR. I., azaz a gégefő felső részén elhelyezett elektródák a gégét emelő izmok működéséről is tájékoztatnak. Kijelentő alakban az *á* innervációja 0,1 sec-mal előbb jelentkezik, mint a hang (M.). A *k* képzése közben 0 vonalra esik a görbe, a második *á*-nál széles amplitudójú rezgések jelentkeznek, az *r*-ben azonban legyengülnek, majd a harmadik *á*-ban újra felerősödnek. A *t*-ben kicsik, az *ā*-ban azonban igen erősek az amplitudók. Kérdő formában a szókezdő *á* innervációja 0,4 sec-mal előzi meg a hangot, akárcsak a LAB. II.-nél. Az egyes izommozgások képe azonban nem olyan plasztikus, mint a LAR. I.-en, mert a végső feszültségkép kialakításához a gégefőt emelő izmok mozgása is hozzáadódik.

A 9. képen: *bábáházát* pedig figyeljük meg a gégefő izomműködését zöngés zár- és réshang képzése közben! A LAR. II. a) és b) képen a magánhangzók izomműködése valamivel erősebb, mint a zöngés zárhangoké, azonban korántsem olyan élesen elváló, mint az előző képen zöngétlen mássalhangzók között. A zöngés zárhangok ernyedtebb hangszalagműködése bizonyos mértékben asszimiláló hatást gyakorol a környezetre is, ezért a szomszédos magánhangzók izomműködése valamivel ernyedtebb. A legkisebb amplitudójú hullámokat

mind a kijelentő, mind pedig a kérdő alakban a z zöngés réshang képzése közben láthatjuk. A hangképről (M.) világosan kitetszik, hogy a z hang időtartama csupán 8 század másodperc, a LAR. II. a) és b) képén azonban 18, ill. 20 század másodpercen keresztül tart az igen gyenge, csaknem 0 vonalon mozgó rezgések láncolata. Ez azt bizonyítja, hogy a zöngés z hang a szomszédos magánhangzók végének és elejének képzésmódjára erős hatást gyakorol, a hangszalagok izomműködését lazítja. Az akciósáramképek tehát teljes összhangban állanak a hangmagasságképekkel. A z azokon is nagymértékű hangmélyülést mutat, sőt tartamának egy részében gyakran teljesen elzöngéltlenedik.

10. kép: *tábāmbān*. A LAR. II. a) az \bar{a} magánhangzó képével indul meg. A b képzése közben a hullámok kis amplitudójúak, az \bar{a} -ban kis ingadozással igen magas értéket képviselnek, majd az m és b közben esnek. Az utolsó szótag \bar{a} -jában a legnagyobbak a kilengések. A befejezett közlés végét jelző hangmélyülés tehát aktív izomműködéssel történik. Kérdő formában az izomműködés tükröződése még jellegzetesebb. Itt az m és b hang izomáram feszültségének csökkenése fokozati különbségekben is kifejeződik: az m után következő b amplitudója jóval kisebb, mint az első, hangsúlyos szótagbeli b zárhangé. A gégeizomzat legerőteljesebb működését tehát ebben a példában is a magánhangzók mutatják, csökkenő tendenciával következnek utánuk a nazálisok (n, m), s a leggyengébb izomműködést a zöngés zárhangok mutatják (b, b). Az akciósáram elvezetési kísérletek tehát ugyanazt a fiziológiai törvényszerűséget mutatják, mint az automatikus hangmagasságjelzővel készült felvételek. A gégefő izomzatának, — különösen a hangszalagpréselést és hangmagasság szabályozást előmozdító izomosportoknak — aktív működése legintenzívebb a magánhangzók képzése közben, majd csökkenő sorrendben a nazálisok, likvidák, zöngés rés- és zárhangok következnek. A fonemikus hanglejtésformák kifejezésére éppen ezért legalkalmasabbak a magánhangzók, viszont legkevésbé rugalmasak a zöngés zárhangok, amelyeknél a viszonylagosan magas supraglottális levegőnyomás a gégefő izomzatának lazulását és a hangmagasság mélyülését vonja maga után.

HEGEDŰS LAJOS