

A magyar zárréshangok képzése, elemzése és megértése

Bevezetés

Az ún. affrikáta-kérdés az utolsó 50 évben jelentős helyet foglalt el a magyar nyelvészeti szakirodalomban. A vita akörül forgott, hogy a zárréshangokat egyetlen hangnak vagy két hang kapcsolatának kell-e felfogni. Gombocz és Meyer (Gombocz-Meyer 1909) 1909-ben kísérleti úton kettős hangnak tételezte föl, s Gombocz még 1940-ben megjelent egyetemi tankönyvében is így mondja: „Affrikátának egy zárhang és megfelelő (homorgán) réshang kapcsolatát nevezzük”. Ezt a tézist a magyar nyelvészet hivatalos képviselői, főleg Horger — 1935 óta támadta (Horger 1935). A nyelvészek fonológiai és nyelvtörténeti szempontokkal érveltek az egy-hang elmélet mellett, míg a fonetikus ellentábor, élén Hegedűs Lajossal (1939) objektív vizsgálati eredmények alapján a két-hang elmélet mellett szállt síkra.

Természetesen az érvek közé bevonták a nyelvészeti irodalom nemzetközi szaktekintélyeit is. A két-hang hívei Jespersen, Forchhammer és Passy nevére hivatkoztak, az egy-hangosak Rousselot, Roudet és Jones véleményét idézték. Az egész irodalomról 1944-ig jó áttekintést nyújt Laziczius Gyula németre is lefordított fonetikai könyve (1944).

Meg kell azonban jegyeznünk, hogy az eszközfonetikai vizsgálatok nem terjedtek túl a kimogramok és oscillogramok alapján végzett elemzéseken, amihez később a szonagramok valamivel meggyőzőbb munkabavétele járult. Hegedűs (1958) dallamírót is használt és 1958-ban megjelent postumus cikkében már szétválasztotta a nyelv (langue) és beszéd (parole) szempontjából eredményeit. Eszerint két összekapcsolódó hangról van szó, ami azonban nyelvileg egységet képez. Nyelvészeink még ezt sem fogadták el; 1961-ben Kázmér, 1969-ben Fónagy és Szende, 1974-ben Szende, majd 1980-ban Kaszai Ilona (I. Irodalom) eszközfonetikai módszerekkel is igyekezett az egy-hang elméletet alátámasztani. Más hazai szerzők, újabb külföldi szaktekintélyekre (Belgeri, Hála, Richter) is hivatkozva, általában szintén ezt vallják.

A kérdés valójában nyelvészeti problémának látszik, azonban agyi föl- ismerés szempontjából sem jelentéktelen. Ezt bizonyítja, hogy már eddig is végeztek néhány lehallgatási kísérletet visszafelé lejátszott szöveggel is (Hegedűs 1958, Richter 1940, Hála 1952), de mindig az egész affrikátára vonatkoztatva. Helyes vizsgálatnak az látszana, amelyben az egyes részekre vonatkozó ítéleteket külön-külön is ki lehetne nyerni. Erre a mágnesszalag szétvágása alkalmatlan, mert kattantást okoz, a ferde vágás pedig elmossa a finom jelenségeket. Saját kísérleteinkben ezért elektronikus idő-kapuvál próbálkoztunk új szempontok szerint vizsgálatot indítani ezen a régi vita- területen.

Az affrikáták képzése

A magyarban viszonylag sokféle zárréshang (affrikáta) fordul elő, bár számszerűségében nem túl jelentős mértékben. A hangok és előfordulási gyakoriságuk az I. táblázatban található. A statisztika különböző szerzők mintegy 800 000 vizsgált hangjára vonatkozik (Tarnóczy 1961, Jékel-Papp 1974).

I. Táblázat

A magyar affrikáták viszonylagos gyakorisága

[j] , [j:]	[tʃ] , [tʃ:]	[ts] , [ts:]	[c] , [c:]	[dz] , [dz:]	[dʒ] , [ʒ:]
1,50	0,62	0,23	0,07	0,01	0,00

Más nyelvekben is hasonló a helyzet, sőt általában ennél is kevesebb a részvételi arány a többi hanghoz képest. Ennek vélelmezhetően az az oka, hogy a hallott hang agyi értékelése szempontjából ezek a hangkomplexumok aránylag bonyolult rendszert alkotnak, tehát az agyi terhelés csökkentése érdekében nem folyamodnak a nyelvek sűrűbb használatukhoz.

A fölsorolás [c] és [j] hangjainak affrikáta volta a magyarban maga is vitatott kérdés, ezért ezekkel jelenleg nem kívánunk foglalkozni. A [dʒ] kizárólag néhány török és perzsa eredetű szóban fordul elő (*hadzsi, findzsa, handzsár, rádza*). Két magánhangzó között ezt a hangot is és a [dz]-t is mindig hosszan ejtjük — talán olasz hatásra.

Az affrikáták elfogadott meghatározása a képzés helyére utal: egy zárhang és a homorgán réshang kapcsolata. Már maga ez a definíció is kiegészítésre szorul. Palotogramok világosan mutatják, hogy a [ts] és a [tʃ] hangokban a [t] nem azonos helyen képződik, vagyis kétféle [t]-vel van dolgunk, a zárhang-összetevő a réshang-összetevő helyéhez igazodik. Harmadiknak ide vehetjük az angol [tə] hangot, amelynek [t]-je már a fogagnál képződik.

Ida C. Ward (1945) még egy zárréshangot tételez föl ebben a csoportban [t̪], illetőleg [d̪] jelöléssel (példák: *tree* és zöngés esetben *draw*). Tovább bonyolítja a dolgot, ha a [tj] hangot is figyelembe vesszük, hiszen itt a [t] hangrészlet nyelvháttal képződik. A [t] indítás változatai tehát elég széles skálát fognak át. Tárgyalásunkban a zöngés változatok nem jelentenek lényeges különbséget a megvizsgálendő feladatok szempontjából.

A zárhangok között a [t] centrális képzése teszi lehetővé a környékbeli — tehát nem feltétlenül abszolút értelemben homorgán — réshangokkal létesített szoros kapcsolatot. Ugyanez a két szélső zárhanggal ([p] és [k]) sokkal kevésbé valósítható meg. A [pϕ] kapcsolat európai nyelvekben nem ismert, a [pf] kapcsolódás pedig már túl van azon a határon, ameddig az összeolvadás még egyetlen hanghatást eredményez. Bonyolult a helyzet a [kχ] és a [gγ] hátul képzett hangkapcsolatokkal is. A [kχ] például németben aligha számít affrikátának, hanem inkább normális [k]-nak. Másképpen nem is tudják mondani. Viszont a magyar meglehetősen „szárazon” ejti a [k]-t, alig van utána több zöreje, mint a [p] és a [t] után.

Fölmerül a kérdés, hogy vajon mindig úgy értelmezték-e az affrikátákat, mint ahogy az most szokásban van? Ugyanis a görög ξ és ψ — bár elég nagy ugrással csatlakozik egymáshoz a két összetevő, mégis — egyetlen írásjelet kapott, tehát a görögök valószínűleg egyetlen hangnak érezték. A képzési kapcsolat ugyanis akusztikailag valóban fönnáll. A ψ, azaz [ps]-nél az [s] zörejhange elő van készítve és a [p] zárelpattanásával csaknem egyidőben indul. A levegő áramlási zörejének időkésése a [p] felpattanásához képest 5–10 ms. Nagyjából hasonló az eset a ξ azaz [ks]-nél is: a [k] zárfelpattanása után a meginduló levegő útban találja az előre beállított rést. Itt a késés csak valamivel nagyobb. Hasonlóképpen elképzelhető volna a [pʃ], [kʃ], valamint a [pɕ] és [kɕ] képzés besorolása is a rendszerbe. Ilyen vagy hasonló hangkapcsolatok a legtöbb nyelvben előfordulnak.

Kísérreljük meg ezek után a zárréshangok lehetőleg teljes rendszerét összeállítani (II. táblázat). A fölsorolásban megkülönböztetjük egymástól az elismerten valódi affrikátákat (jelük o) a fél-affrikátáktól (jelük Δ) és az ál-affrikátáktól (jelük x). Közöttük abból a szempontból látunk különbséget, hogy a követő réshang képzési helye mennyire távolodik el a zárhangétól. A táblázatban a hosszú alakokat mellőztük.

A leglényegesebb különbség a közel azonos helyen képződő valódi affrikáták és a két külön helyeken képzett ál-affrikáták között, hogy az előbbiben a zárhang-összetevő kapcsolódása nagyon szoros (a negyedik elemi szakaszát már elnyomja a réshang, lásd a 2. ábrát), míg az utóbbiakban a zárhang képzésileg is teljes egészében jelen van — bár a hallás oldaláról nézve, a visszaható elfedés miatt a követő réshang hangja esetleg szintén elnyomhatja az utolsó szakaszt.

II. Táblázat

Valóságos és lehetséges affrikáták (o), fél-affrikáták (Δ) és
ál-affrikáták (x)

o [p φ] , [b β]		
Δ [p f] , [b v]	x [t f] , [d v]	
x [p θ] , [b δ]	o [t θ] , [d δ]	
x [ps] , [bz]	o [ts] , [dz]	x [ks] , [gz]
x [p \int] , [b ζ]	o [t \int] , [d ζ]	x [k \int] , [g ζ]
	o [t $\underset{r}{\int}$] , [d $\underset{r}{\zeta}$]	Δ [k $\underset{r}{\int}$] , [g $\underset{r}{\zeta}$]
	o [c] , [j]	Δ [k $\underset{c}{\zeta}$] , [g $\underset{c}{\zeta}$]
		o [k χ] , [g γ]

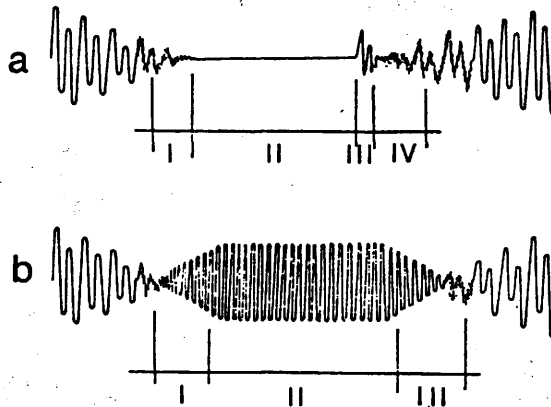
Célunk néhány kísérlet során az volt, hogy a képzési momentumokat (amit a beszélő érez) összefüggésbe hozzuk a mérhető akusztikai jelenséggel (amit a regisztrátum mutat), továbbmenőleg a hallgatóban kialakuló ítélettel (amit lehallgatási próbákkal határoztunk meg). Végleges nyelvészeti következtetésekhez lényegesen több kísérletre lesz szükség, ez egyelőre nem is volt célunk. Azt azonban be tudjuk mutatni, hogy módszerünk alkalmas a felvetett probléma vizsgálatára. Ezenfelül azt is következtethetjük a kísérletek adataiból, hogy az említett háromféle megközelítési módszer nem, vagy nem mindig vezet azonos eredményre. Végül igazoljuk, hogy az affrikátában mind a zár-, mind a rés-összetevő teljes egészében jelen van.

A kísérleti technika

A zárrehangok szerkezetének elemzéséhez először takintsuk az 1. ábrát. Ezen egy zárhang és egy réshang vázlatos oszcillogramja látható. Mindkettő VCV, kapcsolatban ábrázolva. A zárhangok négy elemi szakaszának szerepét egy korábbi dolgozatunkban (1976, 1979) tanulmányoztuk, az átmenetek szerkezetét Vicsi Klára (1980, 1981ab) vette alapos vizsgálat alá. Lényegesebb adatok:

a. A zárhang I elemi szakasza a zárképzés zöreje, amely egyszerre jelenik meg a magánhangzó utolsó két-három eltűnő periódusával. A II szakasz a néma rész, a III a zárhang leglényegesebb eleme, a zárfélpattanás. Ki tudtuk mutatni, hogy a zárhang információtartalma csaknem teljes egészében itt van összpontosítva. A IV szakasz a zárfélpattanás utáni zöreje, amely részben összefolyik a következő magánhangzó első 2-3 periódusával. Az időtartamok átlagban: I = 10-20 ms, II = 80-100 ms, III = 5-15 ms, IV = 20-30 ms.

b. A réshangnak csak három szakasza különböztethető meg: az I és III szakasz az átmeneti (felnövekvő és lecsökkenő) rész, amely a magánhangzóba olvad, a II szakasz pedig nagyjából állandósult állapotú véletlenszerűen ingadozó jelforma. Színképe azonban nem „fehérzaj” jellegű, hanem bizonyos, a réshangra jellemző burkológörbével módosítva van.



1. ábra

A zárhang és a réshang vázlatos időbeli alakja. A megkülönböztethető jellegű szakaszokat római számokkal jelöltük.

c. A valódi zárréshang oszcillogramján a zárhang I és II elemi szakasza, valamint a réshang II és III szakasza ismerhető föl világosan. A kettő között kialakul egy átmeneti rész, amely azonban nem azonosítható és nem is választható szét részekre. Ezért az oszcillogramok vagy a mingogramok alapján méréseket végző szerzők lényegében csak a zárhang néma szakaszát és a réshang zörejszakaszát tudják meghatározni.

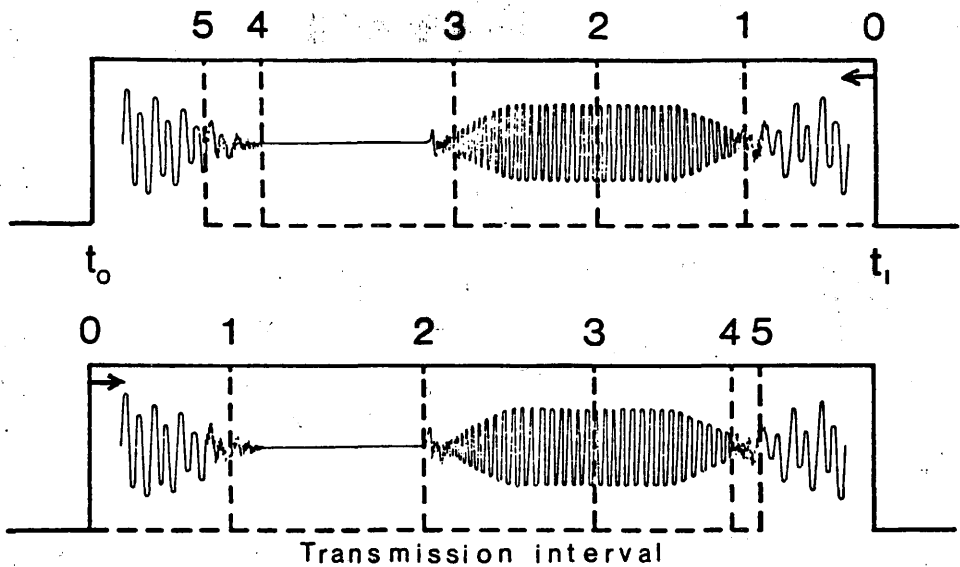
Tekintsük most egy pillanatra a 2. ábra képeit! Ezúttal egy zárréshang vázlatos rajza látható egy elektromos időkapuban, amikor visszajátszáskor csak azt halljuk, ami a kapun belül van. A kaput a szó vége felől folyamatosan szűkítve, nagyjából a következő hangállapotokat figyelhetjük meg:

- 0 állás : $V_1 + \text{affrikáta} + V_2$
- 1 állás : $V_1 + \text{affrikáta} + \text{gyöngye vokális elszíneződés}$
- 2 állás : $V_1 + \text{affrikáta}$
- 3 állás : $V_1 + \text{zárhang !}$
- 4 állás : $V_1 + \text{gyöngén hallható zárképződés}$
- 5 állás : V_1

A kaput újra kitágítva hasonló megfigyeléseket tehetünk. A valóságban a kísérlet több részletet tartalmaz: az egyes megjelölt helyzeteken belül a lehallgatások számos további — finomabb — hanghatást tesznek megfigyelhetővé.

Ha most a kapu szűkítését a szó elejéről hátrafelé végezzük (a 2. ábra alsó képe), másféle megfigyelések végezhetők:

- 0 állás : $V_1 + \text{affrikáta} + V_2$
- 1 állás : némi vokális elszíneződés + affrikáta + V_2
- 2 állás : affrikáta + V_2
- 3 állás : affrikáta + V_2
- 4 állás : zárhang + V_2
- 5 állás : V_2



2. ábra

Két magánhangzó közötti zárreshang időbeli képe és az időkapu átjutó részei. A 0–5 jelzés a kapu változtatott végét szemlélteti. A felső sorban hátról, az alsó sorban előlről szűkítjük az időkaput. Az egymásutáni lehallgatások vagy a kapuzás sorrendjében, vagy előre beállított helyeken folytak.

A kísérletek menete a következő volt. Először a vizsgálni kívánt szavakat szalagra rögzítettük. A felvételek süketszobában készültek a III. táblázatban közölt szavakról. Az affrikátákat csak szóközi helyzetben vizsgáltuk. Szó elején a hang tudvalevőleg csonka, szó végén az elhalás vége bizonyta-

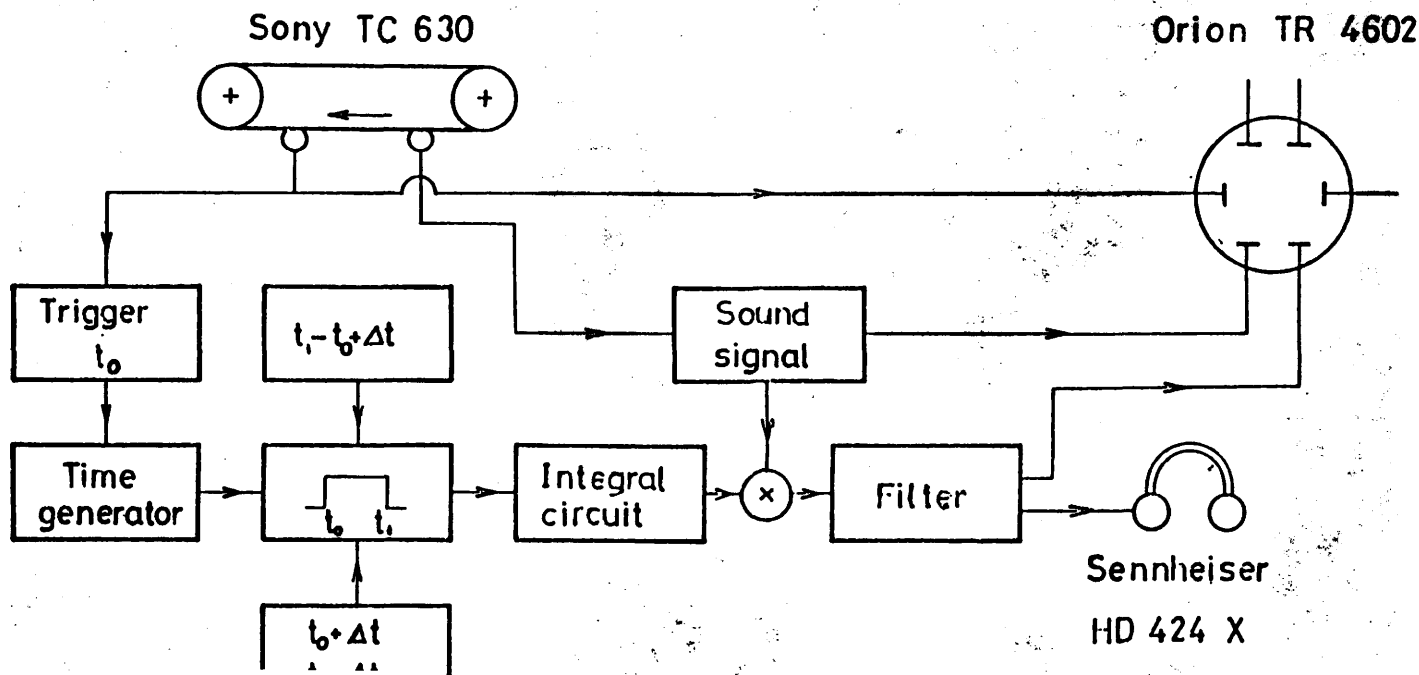
lan, nem mérhető jól. Az egyetlen személy ejtése lehetővé tette a kísérleti módszer szórásának megismerését és a viszonylagos időtartamok pontosabb meghatározását. A cél érdekében a szalagra mondott szavakat kétféleképpen — néha háromféleképpen ejtettük ki. Egyszer normálisan, a természetes beszédnek megfelelően, egyszer pedig széttagolva a zár- és réshangot, hogy a zárfelpattanás külön hallható legyen (jelölése pl. [t+s]). Egy közbeeső fajtájú ejtést nem mindig alkalmaztam. Ebben olyan kiejtési formát igyekeztem megvalósítani, ahol a két elem kevésbé folyik össze, de még sincs teljesen széttagolva. Végül fölvevünk néhány olyan szót is (a III. táblázat 4 utolsó szava), ahol olyan zárhangok fordulnak elő, amelyeket a folyamatos beszédben csonkán ejtünk ki. Ezeket a szavakat is három változatban modtuk szalagra: teljesen kihagyva, csonkán kiejtve, végül tagoltan, a zár felpattanását is hangoztatva. Ezek a fölvételek bizonyos ellenőrzési célra készültek.

III. Táblázat

A vizsgált szavak

cica	[tsitsa]	[ts]
uccu	[uts:u]	[ts:]
huncut	[huntsut]	
csacsi	[tʃatʃi]	[tʃ]
reccsen	[rɛtʃ:ɛn]	[tʃ]
kincsem	[kintʃɛm]	
Sforza	[sfordza]	[dz]
bodza	[bodz:a]	[dz:]
handzsár	[handʒa:r]	[dʒ]
hadzsi	[hadʒ:i]	[dʒ:]
hospital	[ha:spi(t)l]	
Hauptbahnhof	[haup(t)ba:nho:f]	
Madrid	[madri:(d)]	
kertben	[kɛr(t)ben]	

A kísérletekhez készített elektronikus kapu, amelyet a réshangok vizsgálatára már Vicsi Klára (1981ab) is használt, a 3. ábra elvi kapcsolása szerint működik. A vizsgálandó szót végtelenített szalagról állandóan ismételve lejátszjuk. Az egyik csatornán van az indító jel, amely elindítja a kapu időszámítását, valamint a kétsugaras oszcillográf vízszintes eltérítését. A kapu legnagyobb időszélessége 560–580 ms, ami előlről és hátulról szűkíthető. A szűkítés Δt időértéke 1 ms pontossággal számszerűen leolvasható.



3. ábra

A kísérleti összeállítás tömbvázlata

A másik csatornán érkező hangjelet szorzó keveréssel a kapuba juttatjuk, ami után az oszcillográf egyik képén csak az átengedett rész jelenik meg és a hallgató kagylóban is ezt hallgathatjuk. A fölvevő és lejátszó berendezés 38 cm/s sebességű Sony-típusú kétcsatornás magnetofon, a hallgató kagyló Sennheiser-típusú dinamikus fejhallgató volt. Az időkapu felfutási és befejezési meredeksége változtatható, de ez az eredményeket alig befolyásolta. Általában 3 ms/ 50 dB meredekséggel végeztük a lehallgatásokat.

A lehallgatás a következőképpen folyt le. A lehallgató személy megállapította, hogy folyamatos kapumozgatással (esetleg többször is megismételve a pontosítás érdekében) mikor hallott az előzőhöz képest új hangjelenséget. Az időértéket a hang pontos leírásával együtt rögzítettük. Közben az utánvilágításos oszcillográfon is ellenőrizhető volt a teljes és a kivágott jelsor képe. Ha a kapu szűkítését valamelyik irányban befejeztük, ismét tágítani kezdtük és ezeket az időadatokat is följegyeztük. A két érzékelési sorozat között természetesen eltérés mutatkozik, hiszen például a réshang szakasznak egyik irányból az elejét, másik irányból a végét kezdjük érzékelni. Az igen rövid hangelemek azonban — mint például a zárhang összetevő felpattanási zöreje (a III elemi szakasz) — csaknem pontosan összeesnek. A lehallgatást a 2. ábra szerinti kétféle kapuszűkítési móddal 2 személlyel végeztük és néhány nap elteltével többször megismételtük.

A VCV típusú kapuzott szavak visszahallgatása aránylag könnyű feladat, de meg kell tanulni. Főként a magánhangzók 2–3 első, illetőleg utolsó periódusa okoz meghatározási bizonytalanságot, ami 20–30 ms-ot is kitehet. Ezért eleve rögzítettük a határadatok hallási feltételeit. Az említett szakaszban a hallgató elszíneződést hall a zárhang határon és rövid nyögés-szerű haghatást észlel. Ennél is közelebb haladva a magánhangzótól a zár-réshang felé (kb. 1–1,5 periódus) egész rövid pattanás hallható. E két érték közötti szakasz közepét tekintettük a hanghatárnak, ami 10–15 ms pontossággal tarthatónak látszott.

Különbség mutatkozik a szó vége felől, ill. az eleje felől szűkített kapuzás lehallgatási eredményei között, a zárhang- és réshang-összetevő szétválaszthatósága szempontjából is. Az előbb említett esetben (2. ábra, felső kép) a réshang felől közeledve vagy visszafelé haladva mindig elérünk egy olyan helyzetet (a 3. vágási állás), amikor a zárhang fölattanása tisztán hallatszik, vagyis amikor az előző magánhangzóval együtt egy teljes zárhangot hallunk, 100%-os érthetőséggel. Ennek a helynek a környékén a legkisebb kapuváltozásra is érzékenyen reagálunk: 6–8 ms-mal a réshang felé tágítva a kaput, bizonyos átmeneti jellegű zárhangot észlelünk, viszont 6–8 ms-mal a zárhang irányába szűkítve, már csak a zárképzési zörejt halljuk, és a zárhang fölismerése bizonytalanná válik. A jelzett hely tehát az a kritikus időpillanat, amikor a zárhang-összetevő leválik a réshang-összetevőről.

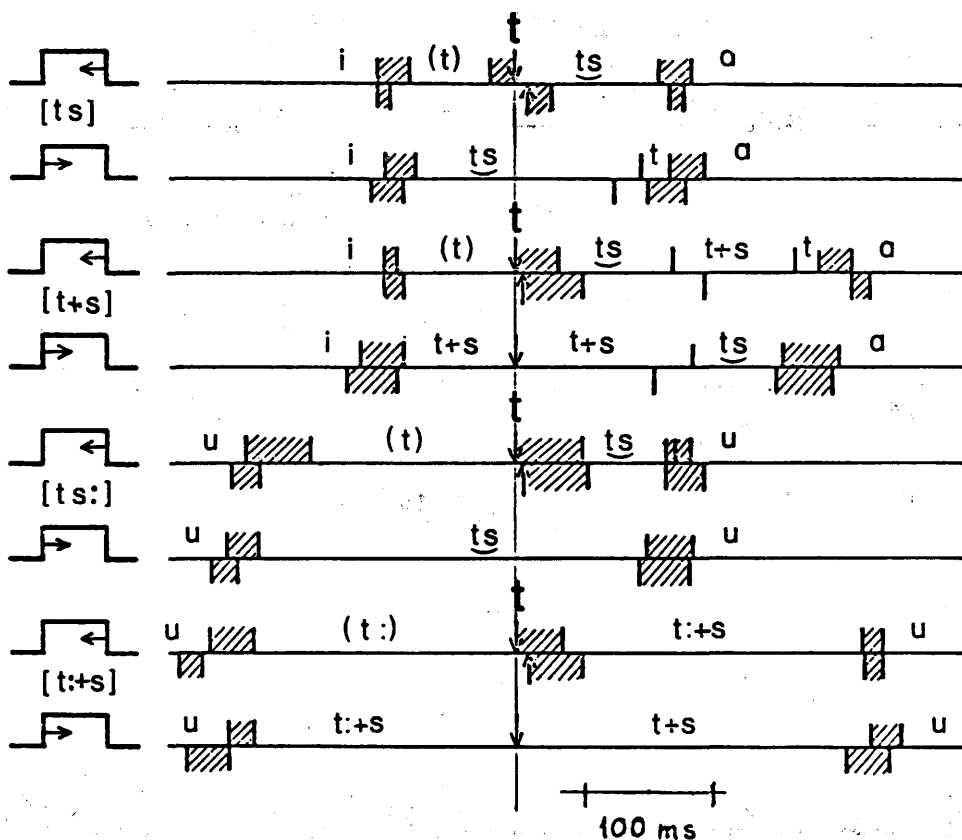
Fontosnak tartjuk már itt megjegyezni, hogy a zárhang-összetevő IV elemi szakaszát nem sikerül különválasztani, még akkor sem, ha a kiejtésben külön zár- és külön réshangot szólaltattunk meg (például [t+s]). Ez a szakasz a következő réshanggal fizikailag is és hallás szempontjából is összeolvad. Fizikailag azért, mert szerkezetileg vele nagyjából megegyező zörej, hallásilag pedig azért, mert a hangosabb réshang visszaható elfedése ezt a szakaszt megfosztja informatív jellegétől. Egyébként korábbi kísérleteink (1979) szerint ennek a szakasznak a zárhangok megértésében legföljebb 5% jelentősége lehet.

Ha a szűkítést a szó eleje felől kezdjük (2. ábra, alsó kép), mindig zárréshangot hallunk. Nagyon lassan változtatva a kapu helyzetét, néha mégis kihallható a zárfelpattanás helye, elsősorban akkor, ha a kiejtésben is zárhang+réshang alakban szerepelt. Az a tény, hogy elhagyva a zárhang-összetevőt, továbbra is zárréshangot hallunk, holott fizikailag már csak a réshang van jelen, a kapu hirtelen kinyitásának a következménye. Ha csak réshangot ejtünk két magánhangzó között az ilyenfajta kapuszűkítéssel akkor is zárréshangot hallunk.

Kísérleti eredmények

Két táblázatban a példaként választott [tsitsa] szó lehallgatási adatait közöljük. A IV. táblázatban a szó vége felől szűkítjük a kaput, majd visszafelé tágítjuk (az irányok nyíllal jelölve). Az V. táblázatban a kevésbé informatív ellenoldali kapuzás hallott változatait foglaltuk össze. Helykímélés okából a többi eredményt nem mutatjuk be táblázatosan, de a 4. ábrán a [ts] lehallgatások nyolc sorozatát grafikusan összegoglaltuk. Az ábra úgy készült, hogy a kiejtés minden változatában a zárfelpattanás idejét azonos helyen rögzítettük: ez a viszonyítási pont. Így az összetevők időbeli viszonyai jól tanulmányozhatók. Az ábrán a hosszú zárréshang pár az [uts:u] szó lehallgatásából származik.

A 4. ábrához még annyit, hogy a felső bejelölések a szűkítési, az alsók a tágítási irányban végzett lehallgatások eredményeit tükrözik. A vonalkázással jelölt helyeken az érzékelés határozatlan, többértékű, illetve átmeneti jellegű.



4. ábra

A lehallgatási kísérletek néhány eredménye. A bal oldalon a kapuzás iránya és a vizsgált hangkapcsolat található. A diagram a különféle zárrehangok időbeli alakulását szemlélteti a többszöri lehallgatás eredményei alapján. Csak a legfontosabb fölismert hangzásokat jelöltük be. A vastag nyíl a világosan kihallható [t] hangokra utal. A vonalkázott szakaszok a nem pontosan azonosítható helyeket jelzik.

A 4. ábra kissé szokatlan formája miatt alaposabb magyarázatot kíván. Bal oldalt a kapuzás irányát jeleztük: a mozgó rész az irányt mutató nyíllal van ellátva. Az időtengelyen a hallott hangok (értékelés szerinti fonémák) elhelyezkedése látható. Fölülről lefelé a „cica” és az „uccu” szavak adatai tanulmányozhatók: a vonal fölött a szűkítési, alatta a tágítási irányban. Pontos [t] érzékelés mindig csak a hátsó levágási hely mozgásával érhető el, s akkor a szűkítési és tágítási kísérletekkel a [t] helyzete néhány ms pontossággal azonos időpillanatban rögzíthető (függőleges nyilakkal jelölve).

Foglakozzunk most a lehallgatási adatok kísérletei szórásával. Említettük volt, hogy a szalagokat két személy hallgatta le, általában 6–10 esetben,

IV. Táblázat

Fölismerhető hangzás, miközben a [tsitsa] szó vége felől csökkentjük az időkapu hosszát

Fölismert hangzás	Δt	
[tsits] + nyögés (az [a] 3 periódusa)	0 ms	245 ms
[tsits] · az [a] 1 periódusa	17 ms	242 ms
[tsits] világos	28 ms	140 ms
[tsite] rövid ideig	122 ms	130 ms
[tsit] nem teljesen világos	↓ 132 ms	↑ -
[tsit] pontosan a felpattanás	↓ 137 ms	↑ 120 ms
[tsi(t)] a felpattanást megelőző zörej	142 ms	-
[tsi] bizonytalan zörej [i] után	235 ms	20 ms
[tsi] világos, az [i] utolsó 2 periódusa nélkül	250 ms	0 ms

V. Táblázat

Fölismerhető hangzás, miközben a [tsitsa] szó eleje felől csökkentjük az időkapu hosszát

Fölismert hangzás	Δt	
nyögés + [tsa] az [i] 4 utolsó periódusa	0 ms	246
· [tsa] másfél periódus [i]-ből	27 ms	226 ms
[tsa] világos	38 ms	75 ms
[təa] átmeneti jelleg	↓ 180 ms	↑ 57 ms
[ta] világos	↓ 97 ms	↑ 28 ms
[pa] nagyon bizonytalan	235 ms	17 ms
[a] világos az [a] első 2 periódusa nélkül	252 ms	0 ms

váltakozva más napokon, és esetenként máshová helyezett indítójellel. Egyik lehallgatási sorozat legfontosabb időértékeit az [uts:u] szóra a VI. táblázatban állítottuk össze. Az első adat a zárhang szakasz I–II–III elemi részeinek összege, vagyis a zár-felpattanás végéig tartó idő. A második adatban a zárhang IV elemi részének és a réshang elemnek együttes időtartama van összegezve. Az utolsó adat a teljes zár-réshang ideje. Másfajta szétválasztás hallás alapján akkor sem lehetséges, ha az itt közölt [ts:] forma helyett

VI. Táblázat

A zárréshang időadatok szórása az [uts:u] szó nyolc lehallgatási kísérlete alapján. Alul a középérték, a négyzetes eltérés, valamint a megfelelő oszcillomink leolvasási adatok találhatóak.

[t] I + II + III (ms)	[t] IV + [s] (ms)	[ts:] (ms)
240	112	352
200	128	328
260	106	366
230	110	340
220	105	325
221	129	350
212	142	354
202	137	339
$\sqrt{\sum x_i^2} = 223$	121	344
$\sigma = \pm 20$	± 15	± 14
Osc.: 210	100	310

a [t+s] vagy a [[t:+s] formát vizsgáltuk. Ennek oka, mint említettük, az erősebb réshang-elem elfedő hatása. A szórás kép mellett a négyzetes középértéket és a négyzetes eltérést is megadjuk. Végül bemutatjuk az azonos anyagról készült oszcillomink felvételtől leolvasható adatokat is. Ez utóbbiak következetesen kisebbek — éspedig értékelhető eltéréssel. Ugyanis az oszcillogramon nemcsak az előbbieken említett zárfelpattanás utáni zöreje és a réshang eleje közötti átmenet bizonytalan, hanem a magánhangzóval kapcsolódó részek akusztikai jellegét sem tudjuk figyelembe venni. Ez a következetes eltérés más példák esetén még nagyobbnak mutatkozott. A különbség a meghatározható zárszakasz per résszakasz arányában is megmutatkozik. A példánkban lehallgatással 1,83 : 1, míg az oszcillogramon 2,1 : 1.

Szonogramok leolvasásakor más nehézségek is adódnak. Sorjában:

- A zárképzés helye sokszor bizonytalanul jelenik meg: vagy kis intenzitása miatt egyáltalán nem látható, vagy csak egyes frekvenciahelyeken mutatkozik.
- A zárlat ideje alatt sokszor jelentkeznek nagyobb frekvenciákon zavaró jelek.
- A zöngé és a magánhangzó formánsképe nem egyszerre jelenik meg és tűnik el.
- A zörejhange színképe nem minden frekvencián egyszerre indul és hal el.
- Végül maga a geometriai leolvasás is mintegy 10–15% hibával jár. Mindez jól látható Kassai Ilona (1980) közölt szonogramjain.

Ismételeten hangsúlyoznunk kell mindezek mellett azt a régi — mások által is vallott — megállapítást, hogy az agy nem optikai kép, hanem hallás alapján veszi tudomásul a hangeredményeket. A hangsoroknak többkevesebb sikerrel megfeleltetett optikai képek csak töredékeit hordozzák azoknak az információknak, amelyek az akusztikai jelsorban mintegy rejtve vannak meg. Ezeket az információs csomagokat az agy hallás útján megfejti (erre van „szakosítva”), optikai jelek alapján azonban képtelen rekonstruálni. Példaképpen: zajos környezetben meghallgatott beszéd tökéletesen érthető lehet; szonagramja alapján (ami csaknem szürke zörejszínképet mutat) azonban örökre megfejthetetlen. Ezért nagyon óvatosan kell bánnunk az oszcillogramok, szonagramok vagy akár gyors Fourier színképek alapján levont finomszerkezeti következtetésekkel.

VII. Táblázat

Különböző zárreshangok időadatai egy személy ejtése alapján

Hangzás	zár+ rész=affr.	Hangzás	zár+rész=affr.
[ts]	104+113= 217	[dz]	68 +147=215
[t+s]	103+219= 322	[d+z] ⁺	82 +280=362
[ts:]	223+121= 344	[dz:]	147+150=297
[t:+s]	230+287= 516	[d+z:] [*]	85 +230=315
[tʃ]	104+106= 210	[dʒ]	106+114=220
[t+f]	100+180= 280	[d+ʒ] ⁺⁺	61 +265=325
[tʃ:]	227+138= 365	[dʒ:]	141+104=246
[t:+f]	232+241= 472	[d(:)+ʒ] ^{**}	138+189=327

⁺ A megelőző [r] és a [d] szétválasztása bizonytalan (Sfordza)

^{*} Kiejtéskor az első hangszakasz [d] és nem [d:] (bodza)

⁺⁺ A megelőző [n] és a [d] szétválasztása bizonytalan (handzsár)

^{**} Kiejtéskor a [d] hosszúsági jellege nem világos (hadzsi)

Eredményeink egy részét a VII. táblázatban foglaltuk össze. Már ezekből is kitűnik, hogy a [sfordza] és [hundʒa:r] szavak nem voltak szerencsésen megválasztva az általános következtetések szempontjából. Sajnos, vokálisközi helyzetben nem fordul elő rövid zöngés zárreshang magyar szóban. (A „fridsider” nem magyar szó; ma már úgyszólván elmúlt a divatja, amióta más a hűtőszekrény és más a fagyasztószekrény.) Hasonló nehézségeket okozott a szintén vizsgált [huntsut] és [kintʃem] szavak elemzése is. Az előbbinél feltűnően rövid (35–60 ms) zárhang szakaszt állapítottunk meg, jelentéktelenül megnövekedett réshang szakasz mellett. Így a teljes időértékek alatta maradtak a vokálisközi ejtés adatainak. A második szónál viszont mindkét

szakasz időtartama értékelhetően megnövekedett, a teljes affrikáta időtartam jelentősen nagyobb lett a vokálisközi ejtéshez képest. Ez a jelenség arra vall, hogy a nazális környezetben a vokálisok képzési helye is befolyásolhatja a zárréshang időtartamát. Ugyanez vokálisközi helyzetben nem áll, ott az időhosszúság nagyon stabilisnak látszik, amint ez Kassai (1980) statisztikájából is kitűnik.

A VII. táblázat eredményeiből néhány világos következtetés mégis tehető:

1. A magánhangzóközi rövid és hosszú párok közötti különbség abban nyilvánul meg, hogy a réshang-elem időtartama alig változik, a zárhangszakaszé átlag kétszeresére növekszik.

2. A külön ejtett zárhang + réshang együttes értéke mindig növekszik, de amíg a zárhang értéke egyáltalán nem vagy csak lényegtelenül változik, a réshang hossza jelentősen, 1,4...2,3 szorzóval, tehát átlagban kétszeresére növekszik. Kivételt ebben a nem magánhangzóközi [d + z] és [d + ʒ] mutatott.

3. A zöngés-zöngétlen ellentétben nem igaz az az általános nyelvészi vélemény, hogy a zöngés változat mindig rövidebb. A helyes következtetésnek az látszik, hogy a zárhang-szakasz válik minden esetben rövidebbé, ami nyelvészetileg jól magyarázható a kisebb ejtési feszültséggel. Ha ráadásul a zárhang+réshang ejtést valósítjuk meg, különösen rövidde válnak a zöngés zárhang-szakaszok (60–80 ms). Ilyen rövid zárhangok magukban állva is ritkák.

4. A nazális kapcsolatban ejtett példáink külön tárgyalást érdemelnek. A [huntsut] példában az [nt] összeolvadása erősebbnek hat a [ts] kapcsolatnál: az [n] fölpattanása egyáltalán nem következik be, mivel a zár helye azonos a [t] zárjával. Egyetlen zárszakasz észlelhető, előtte egy nazális-orális átmenettel. Ugyanez a [kintʃem] esetében azért nem érvényesül, mert a környező magánhangzó állás jóval magasabb, mint az [u]-nál volt. Az előbbi példában a [ts] zárhang-szakasza alig 35 ms, míg az utóbbiban a [t]-é a 127 ms-ot is eléri. Végeredményben az [nts], [ntʃ] kapcsolatok alakulása erősen függ a magánhangzó környezettől.

Megbeszélés

A zárhang-szakasz és a réshang-szakasz módszerünkkel aránylag könnyen szétválasztható, ha a kapuszükítést a szó vége felől, tehát a réshang oldalról végezzük. A zárhang-szakasz a zárfelpattanás teljes érzetével együtt világosan jelentkezik a lehallgató tudatában. A helymeghatározás pontossága igen nagy (10 ms-on belül van). A megfordított kapuzási irányban hasonló pontos megfigyelésre ritkán számíthatunk. Ennek okát abban látjuk,

hogy az előlről vágott réshang az éles belépés miatt mindig affrikáta benyomást kelt!

Az elválasztás lehetőségével igazoltnak tekintjük azt a tényt, hogy a zárhang- és a réshang-információt hordozó akusztikai jelleg nem egyszerre, hanem egymást követően van jelen a zárréshangban, bár az ellenkezőt a magyar nyelvészek következetesen állítják (Kázmér 1961). Valójában az a helyzet, hogy időben először lezajlik a zárfelpattanás, majd ezután a zárhang hírtartalma szempontjából jelentéktelen IV elemi szakasz összefolyik a réshang felnövekvő átmeneti szakaszával. Ez a két rövid szakasz azért nem választható szét egymástól még akusztikailag sem, mert azonos a szerkezetük és a színeképük.

Mi az oka annak, hogy a normális affrikáta ejtésben nem észleljük a zárfelpattanást? A magyarázat a hallás tulajdonságaiban található meg. A különlegesen szoros kapcsolódás 10–15 ms alatt mindenképpen lezajlik. (Egyszerű zárhang és magánhangzó között ugyanez 35–45 ms ideig tart.) A már említett visszaható elfedés a hallásvizsgálatok eredményei szerint 10 ms időtávolságból kb -15 dB erősségű jelet még eltakar, 30 ms távolságból azonban már csak -50 dB erősségű jelre terjed ki a hatása.

Ez a fiziológiai-akusztikai tény nagyon sok jelenséget megvilágosít. A visszaható elfedés semmiképpen nem hat a zárfelpattanás hangjére, akár magánhangzó, akár réshang követi ezt a főinformációt. Az utána következő gyöngö zörejhange (IV. fázis) — amely voltaképpen befejezi a zárhang teljes akusztikai folyamatát — aszerint fedődik el, hogy a következő hangjel milyen közel van hozzá. Az pedig eszközfonetikai közhely, hogy a magánhangzó beállása a zárfelpattanás után 35–45 ms múlva következik be, míg a homorgán réshangot a kiáramló súrlódó levegő alig 10 ms után már megszólaltatja.

Akkor viszont miért hallunk mégis határozottan affrikátát, s nem pedig csak egy szünettel megelőzött réshangot? Két okból. Fizikailag azért, mert a zárfelpattanás valóban megelőzi a réshang megindulását és ezt az agy tudomásul veszi (impulzus jelleg a zörejjelleggel szemben). Információelméleti okokból pedig azért, mert a szállított információs csomagban ez az adat is benne van, hiszen a zárfelpattanás valóban megtörténik. Mivel az agy a fizikailag megvalósítható időbeli és színeképi felbontásnál sokkal bonyolultabb elemzési munkát végez (Tarnóczy 1965), a zárfelpattanás jelenlétét akkor is tudomásul veszi, ha annak a pillanatnyi színeképben nincs is nyoma. Az agynak ez a felismerési képessége 3 ms körül van, tehát bőven benne van az 5–15 ms hosszúságú zárfelpattanási esemény időszakában.

Megfontolásunk alátámasztására szolgál az az eredmény, hogy a külön ejtett zárhang+réshang esetében — tehát amikor a zárhangot világosan ejtjük és észleljük — a zárhang I + II + III elemi szakaszának időtartama

nem változik meg, helyette a IV elemi szakasz és a réshang együttes időtartama lesz nagyobb. Ráadásul még a réshang induló I szakasza is lassabban növekszik fel, tehát mindenképpen egy hosszabb elválasztó rész ékelődik a zárfelpattanás és az állandósult állapotú réshang közé. Ezzel pedig a visszaható elfedés hatása megszűnik. Elég, ha az elválasztás meghaladja a 20–25 ms-ot. Így jön létre például a zárhang és réshang külön hallása a görög ξ és ψ esetében.

A zárhang kétségkívül a beszédhangok legbonyolultabb formája. Előbbi megfontolásaink kiegészítéseképpen néhány olyan szót is megvizsgáltunk, amelyben az oscillogram szerint a zárhang teljes kivetése figyelhető meg. Ugyanakkor a zárhang érzetünk mégis jelentkezik. Ezt úgy magyarázhatjuk, hogy az agy a töredék nyomokból is képes összeállítani a zárhang hírtartalmát. Vegyük például a III. táblázat utolsó 4 szavát. A háromféle ejtés, amelyet szalagra vettünk: *a.* teljesen zárhang nélkül (például [ha:spil] vagy [madri:]), *b.* csonka zárhang ejtéssel, például csak a zárképzést érzékeltetve, végül *c.* a zárhangot tisztán kimondva.

A tapasztalt hangjellegeket és időértékeket nem részletezve, a kísérlet lényeges eredménye a következő volt. Az oscillogramokon semmi eltérést nem tapasztaltunk az első két változat között, s ezekkel szemben lényegesen eltérő volt a harmadik változat (szonagramot nem vizsgáltunk). Lehallgatásos módszerrel viszont a második két forma mutatkozott hasonlóknak (a zárhang mindkét esetben elkülöníthető és fölismerhető), viszont az első változat mindkettőjüktől élesen eltért. Más szóval vizuális megfigyeléssel $a = b \neq c$, hallás útján viszont $a \neq b = c$. Ezzel — úgy érezzük — tovább erősíthetjük a zárhang szakasz érzékeléséről a dolgozatban megállapítottakat. Ugyanakkor ismét bebizonyosodott, hogy a hangok optikai képe sokszor félrevezető, vagyis nem helyes jellemzője a természetes akusztikai úton keletkezett érzet-tartalomnak.

Utószó

A dolgozatban közölt kísérleti anyagot bemutattam a 8. Akusztikai Kollokviumon 1982-ben Budapesten és a 11. Nemzetközi Akusztikai Kongresszus kihelyezett szimpóziumán 1983-ban Lyonban. A hallgatók sehol sem tudták fölismerni, hogy a hátulról vágott csonka szavak közül melyik volt eredetileg valódi affrikáta ejtésű, félig hangsúlyozott vagy teljesen elválasztott zárhang + réshang ejtésű. A magánhangzó után minden esetben azonos zárhangot hallottak, sőt szavazás esetén statisztikus szórással ítélték meg a hang eredetét. Az affrikátában tehát a zárhang teljes hírtartalma jelen van, de ezt a ma ismeretes rögzítési és elemzési módszerekkel nem tudjuk kimutatni.

Az affrikáta kérdést nyilván nyelvészeti szempontból kell tisztázni, de ehhez érvként, a jelenlegi elemzési módszerekkel nyerhető eredményekre hivatkozni félrevezető. Ez is egyike azoknak az eseteknek, ahol az agy bizonyíthatóan pontosabb elemzési és értékelési munkát végez, mint a gép.

TARNÓCZY TAMÁS

Irodalom

- FÓNAGY I. – SZENDE T. (1969), Zárhangok, réshangok és affrikáták hangszínképe. NyK 71: 281–343.
- GOMBOCZ, Z. – E.A. MEYER (1969), Zur Phonetik der ungarischen Sprache. Uppsala.
- HÁLA, B. (1952), Une contribution à l'éclaircissement de la nature phonétique des affriquées. Zeitschrift für Phonetik 6: 77–93.
- HEGEDŰS, L. (1939), Die Natur der ungarischen Affrikaten. Arch. Néerl. Phon. Exp. 15: 97–102.
- HEGEDŰS, L. (1958), Neuere Untersuchungen über die ungarischen Affrikaten. Phonetica 2: 155–183.
- HORGER A. (1935), Mik az affrikáták? MNy. 31: 210–218.
- JÉKEL P. – PAPP F. (1974), Ady Endre összes költői műveinek fonémastatisztikája. Budapest.
- KASSAI I. (1980), A magyar affrikátákról időtartamuk alapján. Nyr. 104: 232–245.
- KÁZMÉR, M. (1961), Bemerkungen zur Methodik der Untersuchung von Affrikaten. ALH 11: 387–404.
- LAZICZIUS, GY. (1944), Fonetika. Budapest.
- RICHTER, E. (1940), Die italienische *č* und *š*-Laute. Arch. Néerl. Phon. Exp. 16: 1–38.
- SZENDE, T. (1974), Intervocalic affricates in present-day Hungarian. Annual Report of the Institute of Phonetics of the University of Copenhagen (Kopenhagen) 8: 129–131.
- TARNÓCZY, T. (1961), Phonetische Gesichtspunkte bei der Zusammenstellung von Texten für Verständlichkeitsmessungen. Ein Beispiel für die ungarische Sprache. Zeitschrift für Phonetik 14: 74–87.
- TARNÓCZY, T. (1965), Can the problem of automatic speech recognition be solved by analysis alone? Rapp. 5e Congrès International de l'Acoustique II. Liège. 371–387.
- TARNÓCZY T. – VICSI K. (1976), Zárhangok hallási érzékelése. Proc. 6th Acoustical Conference No. 7.6. Budapest.
- TARNÓCZY, T. – VICSI K. (1979), Some remarks on the perception of voiceless stop consonants. Acustica 43: 167–173.
- VICSI, K. (1980), On the perceptual identification of some classes of consonants. Symposium of Speech Acoustics. [Acoust. Commission of Hung. Acad. of Sciences Sep. 30-Oct. 2. 1980, Edited by T. Tarnóczy and Klara Vicsi] Budapest. 157–166.

- VICSI, K. (1981a), The most relevant acoustical microsegment and its duration necessary for recognition of unvoiced stops. *Acustica* 48: 53-58.
- VICSI, K. (1981b), Az időtartam szerepe néhány mássalhangzó típus hallás alapján történő megkülönböztetésében. *Magyar Fonetikai Füzetek* 7: 59-66.
- WARD, I.C. (1945), *The Phonetics of English*.⁴ Cambridge.

Formation, analysis and perception of Hungarian affricates

by TAMÁS TARNÓCZY

A new method for investigating affricates is to listen and recognize the gated fractions of these uttered clusters between two vowels. Isolation of the stop and fricative can be relative easily accomplished with our method if narrowing the gate is carried out from the end of the word, i.e. from the fricative side. The accuracy of determination on the point of transition is very high (<10 msec).

