
UDK 616.28-008.14-053.6
376-053.6:81'342.1
Izvorni znanstveni rad

Luka Bonetti

Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet, Zagreb
Hrvatska

**SAMOGLASNIČKI PROSTOR GOVORA
TEŠKO NAGLUHIH I GLUHIH OSOBA**

SAŽETAK

U radu su mjerene i uspoređene dimenzije samoglasničkog prostora teško nagluhих i gluhih srednjoškولaca oba spola (N = 29) i njihovih čujućih vršnjaka (N = 9) kao razlika između frekvencijski najviših i najnižih prvih, odnosno drugih formanata tri krajnja samoglasnika /a/, /i/ i /u/, s ciljem provjere izvora mogućih razlika koje nudi dosadašnja literatura. Rezultati akustičkog mjerenja analizirani su deskriptivno i multivarijatno diskriminacijskom analizom. Obrada prikupljenih podataka ukazala je da su akustički definirane dimenzije samoglasničkog prostora ispitanih govornika s oštećenjem sluha značajno manje nego u čujućoj skupini. Smanjenju tog prostora najviše je pridonijelo ograničenje raspona između centralnih frekvencija drugih formanata samoglasnika /i/ i /u/, odnosno ograničenje područja drugog formanta samoglasničkog prostora, za što su predložena moguća objašnjenja.

Ključne riječi: *nagluhe osobe, gluhe osobe, srednjoškولci, govor, samoglasnički prostor, akustička analiza*

UVOD

Razumljivost govora osoba s teškim oštećenjima sluha umanjena je raznim segmentalnim pogreškama (Osberger i McGarr, 1982; Gold, 1980; Levitt i sur., 1980; Smith, 1975; Markides, 1970). Budući da unutarnje auditivne mape govornih obrazaca, nastale sukcesivnim procesiranjem govornih signala, proizlaze iz akustičkog iskustva (Stevens, 2002), njihovo je formiranje u osoba s oštećenjem sluha uvjetovano faktorima koji diktiraju auditivni unos, poput stupnja i vrste oštećenja, njegove konfiguracije i vremena nastanka. Kako su ti faktori različiti za različite pojedince u populaciji slušnooštećenih osoba, i repertoar njihovih segmentalnih posljedica nije uvijek isti.

Opći trend organizacije izgovornih pogrešaka u osoba s oštećenjem sluha može predočiti istraživanje obilježja izgovora gluhih srednjoškolaca, koje su u nas provele Bradarić-Jončić i Blaži (2002). U tom je istraživanju najmanje izgovornih pogrešaka pronađeno među samoglasnicima, a najviše među pravim suglasnicima (afrikatama, frikativima i posljednje zvučnim okluzivima), dok su najčešće vrste pogrešaka bile supstitucije (pogotovo obezvučavanje zvučnih okluziva) i distorzije (izostavljanje pregradne komponente u afrikatama ili njezino dodavanje izgovoru frikativa). Autorice su zaključile da se na temelju rezultata spomenutog istraživanja, kao i njihove usporedbe s rezultatima sličnih istraživanja, mogu uočiti "... opće tendencije u pogledu osobitosti artikulacije osoba oštećena sluha..." (Bradarić-Jončić i Blaži, 2002; str. 85), no da je za valjanu generalizaciju potrebno imati homogenije skupine ispitanika.

Kao pogreške koje najviše štete razumljivosti govora osoba s oštećenjem sluha navode se omisije suglasnika u inicijalnoj i medijalnoj poziciji, njihove supstitucije prema načinu tvorbe i jake distorzije (Levit i sur., 1980), zatim bilo kakve pogreške izgovora okluziva (Brown i Goldberg, 1990) te pogreške izgovora samoglasnika (Smith, 1975). S jedne je strane isticanje utjecaja pogrešaka izgovora suglasnika na razumljivost govora osoba s oštećenjem sluha logično, s obzirom na to da je proporcija samoglasnika u govoru manja (Tye-Murray, 2004) te da je akustičku strukturu samoglasnika auditivno lakše zamijetiti i kontrolirati (Škarić, 1991), što ih čini otpornijima na oštećenja sluha. S druge strane, spektralnim osobinama samoglasnika često se opisuju različiti govori (Mildner, 1996), budući da kao jezgre slogova nose govorni signal (Baken i Orlikoff, 2000) te stoga što se, upravo radi harmoničnosti, lako mogu identificirati i objektivno analizirati (Harrington i Cassidy, 1999). Takve su analize akustičkih obilježja samoglasnika u govoru osoba s oštećenjem sluha ukazale na smanjenje raspona između centralnih frekvencija prvih i drugih samoglasničkih formanata (Ryalls i sur., 2003; Shukla, 1989; Monsen, 1976b; Boone, 1966; Angelocci i sur., 1964) te čak i njihova preklapanja (Angelocci i sur., 1964). Objektivna mjerenja, dakle, pokazuju da je prostor unutar kojega su smještene centralne frekvencije prvog i drugog formanta samoglasnika u govoru osoba s oštećenjem sluha – smanjen.

Spomenuti se prostor naziva *samoglasničkim prostorom*, a definiran je dvjema dimenzijama koje reflektiraju horizontalno i vertikalno pozicioniranje jezika u usnoj šupljini. Vodoravna os tog prostora reflektira porast centralne frekvencije drugog formanta s pomakom izgovornog mjesta samoglasnika prema naprijed, a okomita os porast centralne frekvencije prvog formanta s povećanjem otvorenosti samoglasnika (Mildner, 1996). Promatranje centralnih frekvencija prvih dvaju formanata dostatno je za analizu samoglasnika, budući da viši formanti nisu presudni za kvalitetu njihova izgovora (Harrington i Cassidy, 1999; Shukla, 1989; Monsen, 1978). U području prvog formanta (okomita os), krajnje točke prostora čine samoglasnik /a/ (najviša centralna frekvencija F1) i samoglasnik /i/ (najniža centralna frekvencija F1), a u području drugog formanta (vodoravna os) samoglasnik /i/ (najviša centralna frekvencija F2) i samoglasnik /u/ (najniža centralna frekvencija F2). Centralne frekvencije prvih dvaju formanata samoglasnika /e/ i /o/ smještene su unutar opisanog prostora. Rasponi između navedenih krajnjih točaka reflektiraju diferencijaciju samoglasnika na sljedeći način: što je raspon veći, to je veća i diferencijacija samoglasnika; što je raspon manji, tim je izgovor samoglasnika više centraliziran, odnosno perceptivno bliži neutralnom "šva". Metoda mjerenja samoglasničkog prostora zato je znatno ekonomičnija u odnosu na mjerenje centralnih frekvencija svakog pojedinog samoglasnika, a također je i preciznija jer nije toliko podložna utjecaju dobi i spola na rezultate mjerenja (Shukla, 1989).

U nekim od ranije navedenih istraživanja smanjen samoglasnički prostor kod govornika s oštećenjem sluha smatran je posljedicom smanjenja raspona između centralnih frekvencija F2 (Shukla, 1989; Monsen, 1976b), a u nekima smanjenja raspona između centralnih frekvencija i F1 i F2 (Angelocci i sur., 1964). Prvo objašnjenje autori su temeljili na činjenici da su i auditivna i vizualna kontrola samoglasnika s visokim F2 kod osoba s oštećenjem sluha ograničene, s obzirom da su ostaci sluha najčešće u području frekvencija koje ne odgovara F2 (ispod 1 000 Hz) te da je vidljivost pokreta jezika u smjeru naprijed-nazad u usnoj šupljini slaba (Nicolaidis i Sfakiannaki, 2007).

Cilj ovog rada bio je provjeriti koje od navedenih objašnjenja preciznije opisuje izgovor samoglasnika osoba s oštećenjem sluha. Realizacija cilja obuhvatila je postavljanje hipoteze da postoje razlike u dimenzijama samoglasničkog prostora govora čujućih i teško nagluhih/gluhih ispitanika, a njezino je testiranje obuhvatilo akustičko mjerenje samoglasničkog prostora skupina te deskriptivnu i multivarijatnu usporedbu dobivenih rezultata.

METODE

Uzorak ispitanika s oštećenjem sluha sastojao se od 29 srednjoškolaca oba spola, u dobi od 16 do 22 godine (prosječna dob 18,8 godina), čiji se stupanj oštećenja sluha kretao u rasponu od 61 do 120 dB (prosječan stupanj oštećenja 96 dB). Kod svih su ispitanika navedena oštećenja bila prelingvalna te ujedno i jedina razvojna oštećenja. Svi su ispitanici od ranog djetinjstva bili uključeni u

oralnu rehabilitaciju, u sklopu koje im je dodijeljeno slušno pomagalo (prosječno u dobi od 4,7 godina). Deset ispitanika je, u međuvremenu, prestalo koristiti dodijeljeno pomagalo. Uzorak čujućih ispitanika sastojao se od pet studenata i četiri studentice Edukacijsko-rehabilitacijskog fakulteta i Hrvatskih studija Sveučilišta u Zagrebu, čija se dob kretala između 20 i 22 godine (prosječna dob 20,9 godina). Provjerom dvaju iskusnih logopeda utvrđeno je da je izgovor čujućih ispitanika korektan, a govor oslobođen drugih (vidljivih) funkcionalnih ili organskih govornih poremećaja.

Izgovor samoglasnika analiziran je mjerenjem samoglasničkog prostora u govoru ispitanika, odnosno mjerenjem krajnjih točaka koje definiraju taj prostor: centralnih frekvencija prvih formanata samoglasnika /i/ i /a/ te centralnih frekvencija drugih formanata samoglasnika /a/ i /u/. Razlike između navedenih formanata tvorile su dvije varijable koje su predstavljale dimenzije samoglasničkog prostora.

Ispitni materijal činila je lista od 12 jednosložnih ili dvosložnih imenica. Ciljani samoglasnici (/i/, /a/ i /u/) u tim su se riječima nalazili u CVC kontekstu, a suglasnici koji su ih okruživali bili su okluzivi, frikativi i nazali. Isti se samoglasnik nalazio u ukupno četirima riječima s liste pa je svaki od ciljanih samoglasnika analiziran po četiri puta za svakog ispitanika.

Ispitanici su snimljeni u Kabinetu za oštećenje sluha Savjetovališta Edukacijsko-rehabilitacijskog fakulteta te na Edukacijsko-rehabilitacijskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Ni u jednu prostoriju u trenutku snimanja nije dopirala značajna buka iz okoline ili iz unutrašnjosti zgrade niti su u njima bili aktivni bilo kakvi izvori koji bi mogli producirati buku (na primjer računala ili klima-uređaji).

Ispitanici su snimani pojedinačno i tek nakon upoznavanja s procedurom ispitivanja i uvježbavanja čitanja ispitnog materijala. Materijal je bio ispisan na papiru veličine A4, velikim tiskanim slovima. Snimanja su trajala koliko je bilo potrebno za točno čitanje svih riječi. Za vrijeme čitanja ispitanici su sjedili. Na radnom stolu, na udaljenosti od oko 20 cm ispred ispitanika, bio je postavljen stalak s elektrokondenzatorskim kardiodnim mikrofonom spojenima s prijenosnim mini-disk snimačem Sony MZ-R70.

Nakon prijenosa na računalo (uzorkovanje od 44 100 Hz, jednokanalno, 16-bitna rezolucija, Intel Pentium, 4 CPU 3.00GHz, 512 MB RAM, zvučna kartica Creative SB Live 5.1) uređajem Sony Minidisc Deck MDS-JE470, snimke su pripremljene za akustičku analizu programom Adobe Audition 1.5. Akustička analiza izvršena je programom Praat, ver. 4.3.21. Nakon izdvajanja prvog i posljednjeg perioda samoglasnika na oscilogramskom i spektrografskom prikazu, koji nisu bili pod utjecajem susjednih suglasnika, očitane su vrijednosti centralnih frekvencija prvog formanta samoglasnika /a/ i /i/ i drugog formanta samoglasnika /i/ i /u/. Svaki formant svakog samoglasnika mjeren je u četirima različitim riječima, a zatim je izračunata prosječna centralna frekvencija pojedinog formanta. Konačno, dobiveni prosjek F1 za samoglasnik /i/ oduzet je od prosjeka F1 samoglasnika /a/, a prosjek F2 samoglasnika /u/ od prosjeka F2

samoglasnika /i/, što je definiralo dimenzije samoglasničkog prostora (Mildner, 1996; Shukla, 1989; Monsen, 1976, 1978). Rezultati mjerenja statistički su analizirani deskriptivno i diskriminacijskom analizom programom Statistica for Windows 4.5.

REZULTATI

U tablici 1 prikazani su osnovni statistički podaci skupina ispitanika s oštećenjem sluha i čujućih ispitanika za dvije promatrane varijable. Dimenzije samoglasničkog prostora čujućih ispitanika dobivene u ovom istraživanju bile su sljedeće: F1/a/ – F1/i/ iznosila je oko 230 Hz, a F2/i/ – F2/u/ oko 1 200 Hz. Te vrijednosti otprilike odgovaraju onima koje su ranije za standardni hrvatski govor naveli Bakran (1996) i Škarić (1991), a prema kojima razlika između prosječne frekvencije prvog formanta samoglasnika /a/ i prosječne frekvencije prvog formanta samoglasnika /i/ iznosi 350 – 400 Hz, a razlika između prosječne frekvencije drugog formanta samoglasnika /i/ i prosječne frekvencije drugog formanta samoglasnika /u/ oko 1 500 Hz.

Tablica 1. Osnovni statistički parametri za dvije varijable koje prikazuju samoglasnički prostor skupina ispitanika (SOI – slušno oštećeni ispitanici; ČI – čujući ispitanici)

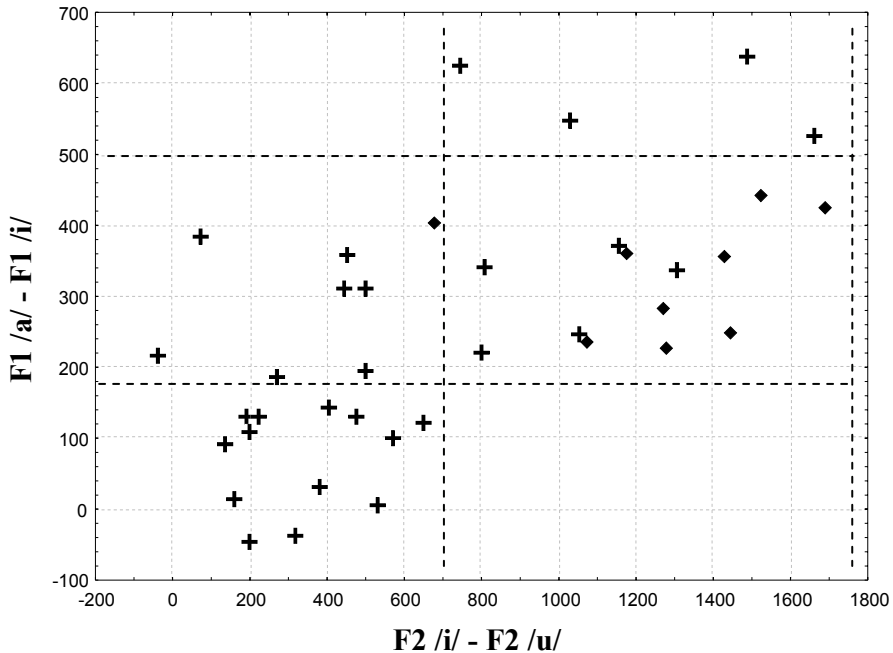
Table 1. Basic statistic parameters for two variables which represent vowel spaces of the two groups of subjects (SOI – hearing impaired subjects; ČI – hearing subjects)

Varijabla / Variable	Skupina / Group	Prosječna vrijednost / Mean	Minimalna vrijednost / Min	Maksimalna vrijednost / Max	Standardna devijacija / SD
F1/a/-F1/i/	SOI (N=29)	234,21	- 44,61	640,92	188,84
	ČI (N=9)	328,54	226,28	441,24	84,16
F2/i/-F2/u/	SOI (N=29)	571,12	- 41,80	1654,00	434,31
	ČI (N=9)	1284,75	674,83	1693,49	296,08

Dimenzije samoglasničkog prostora u skupini ispitanika s oštećenjem sluha očekivano su bile manje od toga. Čujući su ispitanici u prosjeku imali za oko 100 Hz veći raspon između prvih formanata, a između drugih formanata za 700 Hz. Prosječna razlika između drugih formanata samoglasnika /i/ i /u/ kod čujućih je ispitanika bila čak dva i pol puta veća od one izmjerene kod ispitanika s oštećenjem sluha.

Vizualnu usporedbu skupina omogućuje slika 1. Dvije isprekidane okomite i dvije vodoravne linije dijele prikaz na tri lijeva i tri desna prostora. Linije su postavljene tako da srednji desni prostor obuhvaća sve rezultate unutar +/- 2 SD čujuće skupine na obje promatrane varijable (obje akustičke dimenzije samoglasničkog prostora).

Rezultati čujućih ispitanika (crno ispunjeni rombovi), gusto su se i ravnomjerno smjestili na središnjem dijelu desne polovice grafikona, uz izuzetak jednog ispitanika, čiji se rezultat smjestio uz desni rub središnjeg lijevog prostora. Prema tome, samoglasnički je prostor kod gotovo svih čujućih ispitanika definiran prema sljedećem obrascu: uzak raspon razlika između najvišeg i najnižeg prvog formanta samoglasnika od otprilike 250 Hz, smješten u području ispod 450 Hz, i širi raspon razlika između najvišeg i najnižeg drugog formanta samoglasnika od otprilike 600 Hz, smješten u području iznad 1 000 Hz.



Slika 1. Distribucija rezultata čujućih ispitanika (crno ispunjeni rombovi) i ispitanika s oštećenjem sluha (križići). Okomite i vodoravne linije omeđuju područje od ± 2 SD čujuće skupine u srednjem desnom dijelu slike.

Figure 1. Distribution of the results of hearing subjects (black rhombuses) and hearing impaired subjects (crosses). Vertical and horizontal lines enclose the space of ± 2 SD of the hearing group in the middle of the right-hand part of the picture.

Rezultati teško nagluhих i gluhih ispitanika prikazani su križićima. Njih 13 (45%) smjestilo se na donjem lijevom dijelu grafikona, u prostoru koji obilježavaju niže vrijednosti na njegovim osima. Obje dimenzije samoglasničkog prostora za te su ispitanike bile više od 2 SD manje od onih u čujućoj skupini. U

donjem lijevom i gornjem desnom prostoru grafikona smješteno je 17 (59%) ispitanika čija je razlika najviši/najniži F1 odstupala za više od 2 SD od čujuće skupine, od toga kod 13 u smjeru "manja", a kod četiri u smjeru "viša". Rezultati 20 (69%) ispitanika s oštećenjem sluha, međutim, nalaze se unutar lijevog donjeg i lijevog srednjeg prostora, koji predstavljaju odstupanje za više od 2 SD od čujuće skupine u razlici najviši/najniži F2. Rezultati samo 5 (17%) ispitanika s oštećenjem sluha bili su raspodijeljeni u srednjem gornjem prostoru, odnosno unutar 2 SD čujuće skupine.

U tablici 2 prikazani su rezultati diskriminacijske analize kojom su analizirane razlike između skupina u samoglasničkom prostoru definiranom pomoću dva akustička parametra. Iz tablice je vidljivo da je dobivena jedna diskriminacijska funkcija značajna na razini $p < 0,01$, što znači da se samoglasnički prostor skupine čujućih i skupine teško nagluhlih/gluhih ispitanika razlikuje. S obzirom na značajnost diskriminativne funkcije, statistički je opravdan uvid u strukturu razlika na koje ona ukazuje. Ta je struktura prikazana u obliku rezultata univarijatne analize u tablici 3, gdje se nalaze diskriminacijski koeficijenti, korelacije s dobivenom funkcijom, rezultati F-testa i značajnost za svaku varijablu u prostoru. Iz te se tablice može uvidjeti da u prostoru određenom varijablama F1/a/ – F1/i/ te F2/i/ – F2/u/, razlici među skupinama čujućih i teško nagluhlih/gluhih ispitanika značajno doprinosi druga varijabla (F2/i/ – F2/u/), koja predstavlja raspon najviši-najniži drugi formant samoglasničkog prostora. Dobivene razlike u samoglasničkim prostorima dvije skupine ispitanika sastoje se, stoga, u značajno drugačijem rasponu između najvišeg i najnižeg drugog formanta.

Tablica 2. Rezultati diskriminacijske analize: vrijednosti Wilksove lambde, F-testa i njihova značajnost za dobivenu diskriminativnu funkciju

Table 2. The results of the discriminant analysis: Wilks lambda, F value and the significance for derived discriminant function

Diskriminativna funkcija u prostoru varijabli koje opisuju samoglasnički proctor / Discriminant function gained for the group of variables describing vowel space	W Lambda	DF1	DF2	F	p
	0,5997	2	35	11,6815	0,0001

Tablica 3. Struktura diskriminacijske funkcije i rezultati univarijatne analize varijance za akustičke varijable koje opisuju samoglasnički prostor skupina ispitanika

Table 3. Discriminant function structure and the results of the univariate analysis of variance for acoustical variables which represent the vowel space of the two groups of subjects

Varijable / Variable	Diskriminacijski koeficijenti / Discriminant coefficients	Korelacija s diskriminacijskom funkcijom / Correlation with discriminant function	F	p
F1/a/-F1/i/	0,63	0,98	1,8333	0,1844
F2/i/-F2/u/	0,94	0,64	20,0252	0,0000

Na temelju provedene deskriptivne analize, može se opaziti da se samoglasnički prostori govora čujućih i teško nagluših/gluhih ispitanika uglavnom ne podudaraju, budući da su kod 24 (83%) ispitanika s oštećenjem sluha dimenzije tog prostora bile drugačije nego kod ispitanika s čujućim sluhom. Od tih 24 ispitanika, kod svakog drugog ispitanika (kod 13 ili 54%) smanjenje je bilo konačni rezultat ograničenja raspona frekvencija i u području F1 i u području F2. Gledajući područja formanta pojedinačno, kod 17 (71%) od tih 24 ispitanika (kod više od dvije trećine ispitanika s oštećenjem sluha) dimenzije samoglasničkog prostora bile su smanjene radi nestandardnog odnosa najvišeg i najnižeg F1, a kod 20 (83% ili više od četiri petine ispitanika s oštećenjem sluha) dimenzije samoglasničkog prostora bile su smanjene radi ograničenja raspona najvišeg i najnižeg F2.

Prema tome, deskriptivna analiza rezultata pokazala je da je izgovor samoglasnika ispitanika s teško nagluših i gluhih govornika najvećim dijelom bio centraliziran. U manjem broju slučajeva (kod 4 ispitanika) izgovor samoglasnika može se, radi pojavljivanja potpuno obrnutog obrasca međufornantskih odnosa, čak opisati kao konfuzan. Centralizacija je u najvećem broju slučajeva bila posljedica smanjivanja raspona između najvišeg i najnižeg drugog formanta u samoglasničkom prostoru.

Značajnost i strukturu razlika na koje je uputila deskriptivna analiza potvrdila je diskriminacijska analiza, pokazujući da se samoglasnički prostor skupina čujućih i teško nagluših/gluhih ispitanika statistički značajno razlikuju, čemu je najviše pridonijela upravo razlika u rasponu između najvišeg i najnižeg drugog formanta. Hipotezu da se samoglasnički prostori čujućih i teško nagluših/gluhih ispitanika razlikuju treba, dakle, prihvatiti, uz obrazloženje da je kod ispitanika s oštećenjem sluha on smanjen radi nestandardnih odnosa u području drugog formanta.

Rezultati ovog istraživanja slažu se s rezultatima ranijih istraživanja samoglasničkog prostora u osoba s oštećenjem sluha (Shukla, 1989; Monsen,

1976, 1978), u kojima je kao uzrok slabe diferencijacije samoglasnika govornika s oštećenjem sluha pretpostavljena kombinacija ograničenja auditivne i vizualne povratne sprege. Naime, najprije se može pretpostaviti da su nestandardni odnosi u području drugog formanta rezultat kompromitirane produkcije frekvencijski najviših točaka samoglasničkog prostora, budući da su gubici sluha uglavnom smješteni u području visokih frekvencija (Hull, 2001). Prema toj pretpostavci, ispitanici s oštećenjem sluha auditivno su najslabije mogli kontrolirati tvorbu prednjeg zatvorenog samoglasnika /i/, čiji drugi formant čini gornju granicu samoglasničkog prostora. Zato je, najvjerojatnije, upravo njegov izgovor, pozicioniranjem jezika nedovoljno prema naprijed, a leđa jezika nedovoljno blizu tvrdom nepcu, bio "prebačen" u niže frekvencijsko područje u kojem se lakše auditivno kontrolira zbog većih ostataka sluha (Bonetti, 2008; Hull, 2001; Metz i sur., 1990; Shukla, 1989; Metz i sur., 1985; Monsen, 1976b). Istovremeno, izgovorno mjesto visokih samoglasnika, kod kojih je otvor najmanji, slabo je vidljivo (Bradarić-Jončić, 1997), zbog čega se također može pretpostaviti da su najviši dijelovi samoglasničkog prostora bili transferirani u područje koje dozvoljava lakšu kontrolu njihove produkcije, ali ovoga puta radi pojačanja proprioceptivne povratne sprege, odnosno oslanjanja na pokret donje čeljusti, a ne jezika (Zimmerman i Rettaliata, 1981). U tom je slučaju otvor kod izgovora najvišeg samoglasnika zbog spuštanja čeljusti postao veći, a leđa jezika udaljila su se od tvrdog nepca. Dobiveni rezultati podržavaju obje iznesene varijante, a najvjerojatnije objašnjenje razloga prisutnosti značajnih razlika u samoglasničkom prostoru ispitanih čujućih i teško nagluhih/gluhih osoba – ograničenje područja drugog formanta – slikovito bi se moglo predočiti prelaskom izgovora samoglasnika /i/ u onaj sličan izgovoru samoglasnika /e/.

ZAKLJUČAK

Kod osoba s teškom nagluhošću i gluhoćom može se očekivati neutraliziran izgovor samoglasnika. Razlog je smanjenje prostora unutar kojeg su raspoređeni prvi, ali još više drugi formanti samoglasnika. To je smanjenje najvjerojatnije produkt kombinacije dvaju faktora: logično, ograničenja osjetljivosti na više frekvencije u tim kategorijama oštećenja sluha, ali ujedno i slabe vizualne povratne sprege kod izgovora samoglasnika. Ako prihvatimo ovakvo objašnjenje, onda trebamo i pretpostaviti da se diferencijacija samoglasnika kod teško nagluhih i gluhih osoba može poboljšati. Ako je dio izgovornog problema slaba vizualna povratna sprega, ona može biti poboljšana *biofeedback* računalnim programima (Öster, 1996, 2002). Oni u realnom vremenu pružaju vizualne informacije koje teško nagluhe i gluhe osobe mogu iskoristiti za korekciju pozicioniranja jezika u izgovoru samoglasnika, a promjene govorne produkcije nakon njihove primjene dovoljno su prominentne za objektivno (akustičko) iskazivanje, kao što je kod nas u području vokalnog treninga pokazala Zlatarić (2008).

REFERENCIJE

- Angelocci, A., Kopp, G., Holbrook, A.** (1964). The vowel formats of deaf and hearing 11-to-14 year old boys. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 29, 156-170.
- Baken, R. J., Orlikoff, R. F.** (2000). *Clinical Measurements of Speech and Voice*. Singular Publishing Group, San Diego, California, USA.
- Bakran, J.** (1996). *Zvučna slika hrvatskoga govora*. Zagreb, Ibis grafika.
- Bonetti, L.** (2008). *Prediktori razumljivosti govora osoba s oštećenjem sluha*. Neobjavljena doktorska disertacija. Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet, Sveučilište u Zagrebu.
- Boone, D. R.** (1966). The speech production and spoken language of the deaf. *Language and Speech*, 9, 127-136.
- Bradarić-Jončić, S.** (1997). *Neke determinante uspješnosti čitanja govora s lica i usana u prelingvalno gluhe djece*. Neobjavljena doktorska disertacija. Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet, Sveučilište u Zagrebu.
- Bradarić-Jončić, S., Blaži, D.** (2002). Osobitosti izgovora glasova u gluhih srednjoškolaca. *Hrvatska revija za rehabilitacijska istraživanja*, vol. 38, br. 1, 73-102.
- Brown, W. S. Jr., Goldberg, D. M.** (1990). An Acoustic Study of the Intelligible Utterances of Hearing-Impaired Speakers. *Folia Phoniatrica*, 42, 230-238.
- Gold, T.** (1980). Speech production in hearing-impaired children. *Journal of Communication Disorders*, 13, 397-418.
- Harrington, J., Cassidy, S.** (1999). *Techniques in Speech Acoustics*. Kluwer Academic Press.
- Hull, R. H.** (2001). *Aural Rehabilitation/Serving Children and Adults*. Fourth Edition. Singular, Delmar, Thompson Learning, Inc.
- Levitt, H., Stromberg, H., Smith, C., Gold, T.** (1980). The structure of segmental errors in the speech of deaf children. *Journal of communication disorders* 13, 419-441.
- Markides, A.** (1970). The speech of deaf and partially hearing children with special reference to factors affecting intelligibility. *British Journal of Disorders of Communication*, 5, 126-140.
- Metz, D. E., Samar, V. J., Schiavetti, N., Sitler, R., Whitehead, R. L.** (1985). Acoustic dimensions of hearing-impaired speakers' intelligibility. *Journal of Speech and Hearing Research*, 28, 345-355.
- Metz, D. E., Schiavetti, N., Samar, V. J., Sitler, R. W.** (1990). Acoustic dimensions of hearing-impaired speakers' intelligibility: Segmental and suprasegmental characteristics. *Journal of Speech and Hearing Research*, 33, 476-487.
- Mildner, V.** (1996). Samoglasnički prostori zagrebačkoga i dubrovačkoga govora. *Govor*, 13, 1-2, 25-39.
-

-
- Monsen, R. B.** (1976). Normal and reduced phonological space: The production of English vowels by deaf adolescents. *Journal of phonetics*, 4, 189-198.
- Monsen, R. B.** (1978). Toward Measuring How Well Hearing-Impaired Children Speak. *Journal of Speech and Hearing Research* 21, 2, 286-296.
- Nicolaidis, K., Sfakiannaki, A.** (2007). An acoustic analysis of vowels produced by Greek speakers with hearing impairment. *16th International Congress of Phonetic Sciences*. Saarbrücken, 6-10 August 2007. Paper ID 1358, 1969-72.
- Osberger, M. J., McGarr, N. S.** (1982). Speech Production Characteristics of the Hearing Impaired. 8, 222 - 283. U Osberger, M. J. (ur.): *Speech and Language. Advances in Basic Research and Practice*, 8, Academic Press, Inc.
- Öster, A-M.** (1996). *Clinical applications of computer-based speech training for children with hearing impairment*. Department of Speech, Music and Hearing, KTH Stockholm, Sweden
- Öster, A-M.** (2002). *The relationship between residual hearing and speech intelligibility - Is there a measure that could predict a prelingually profoundly deaf child's possibility to develop intelligible speech?* TMH-QPSR, Vol. 43, 51-56.
- Ryalls, J., Larouche A., Giroux, F.** (2003). Acoustic comparison of CV syllables in French-speaking children with normal hearing, moderate-to-severe and profound hearing impairment. *Journal of Multilingual Communication Disorders*, 1, 99-114.
- Shukla, R. S.** (1989). Phonological space in the speech of the hearing impaired. *Journal of Communication Disorders* 22, 5, 317-325.
- Smith, C. R.** (1975). Residual Hearing and Speech Production in Deaf Children. *Journal of Speech and Hearing Research* 18, 4, 795-811.
- Stevens, K. N.** (2002). Toward a model for lexical access based on acoustic landmarks and distinctive features. *Journal of the Acoustical Society of America*, 111, 1872-1891.
- Škarić, I.** (1991). Govorna signalizacija, II. dio. U Babić, S., Brozović, D., Moguš, M., Pavešić, S., Škarić, I., Težak, S.: *Povijesni pregled, glasovi i oblici hrvatskoga književnog jezika*. Globus, Nakladni zavod, HAZU, Zagreb.
- Tye-Murray, N.** (2004). *Foundations of Aural Rehabilitation: Children, Adults, and Their Family Members*. 2nd Edition. Thompson Learning - Delmar Learning, Singular Publishing Group.
- Zimmerman, G., Rettaliata, P.** (1981). Articulatory patterns of an adventitiously deaf speaker: Implications for the role of auditory information in speech production. *Journal of Speech and Hearing Research*, 24, 169-178.
- Zlatarić, I.** (2008). *Primjena biofeedback računalnog programa u vokalnog treningu gluhe djece*. Neobjavljeni diplomski rad. Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet, Sveučilište u Zagrebu.
-

Luka Bonetti

Faculty of Special Education and Rehabilitation, Zagreb
Croatia

VOWEL SPACE IN SEVERELY AND PROFOUNDLY HEARING IMPAIRED PERSONS

SUMMARY

The articulation of vowels has often been singled out as the most common factor influencing the intelligibility of speech of hearing impaired speakers. The available literature, as far as objective assessment of vowel production is concerned, has shown that vowel differentiation among speakers with hearing impairment is significantly lower in comparison to hearing persons. Some authors consider this to be the consequence of the reduction of range between central frequencies of second formants, and others consider it to be the consequence of the reduction of range between both first and second formants. The goal of this research was to examine which one of these two explanations is more accurate in describing the production of vowels in hearing impaired persons.

The goal of the research was realized by measuring and comparing the dimensions of vowel spaces between the groups of severely/profoundly hearing impaired high school boys and girls (N=29) and their hearing counterparts (N=9). The dimensions of vowel spaces were defined by the range between highest and lowest first formant frequencies, and highest and lowest second formant frequencies of three extreme points of this space: vowels /a/, /i/ and /u/. The results of the acoustical measurements were analyzed descriptively and by using a multivariate method (discriminant analysis).

The elaboration of collected data revealed that acoustically defined dimensions of the vowel space in the speech of the examined hearing impaired subjects were significantly smaller when compared to dimensions of the vowel space in hearing subjects. The reduction was primarily caused by the restriction of the range between second formant frequencies of vowels /i/ and /u/, meaning the reduction of the second formant range in vowel space.

The analysis of the results has shown that the problem of the vowel production among hearing impaired subjects originates in the high-frequency spectral area, which suggests that both of the previous explanations are likely to be possible: the cause of the centralization of the vowels can be poor visual feedback, because higher frequencies in vowel space belong to vowels that are

least visible, but also minimal or non-existing residual hearing in high-frequency area, which means poor auditory feedback for the range of the second formant.

In both cases, biofeedback methods can be incorporated in speech training. They facilitate the visual canal by ensuring real-time visual information, which otherwise is not available to severely and profoundly hearing impaired persons, while controlling the position of the tongue during vowel production. Their efficiency, however, needs to be examined as well.

Key words: severely hearing impaired persons, profoundly hearing impaired persons, high-school children, speech, vowel space, acoustic analysis
