

ZNAČAJKE GLASNIKA /I/ I /E/ U OSOBA S OŠTEĆENIM SLUHOM

MARINA BOŽIĆ BAKUŠIĆ*

Primljeno: travanj 2005.
Prihvaćeno: lipanj 2005.

Izvorni znanstveni rad
UDK: 376.33

Istraživanje je usmjereno na ispitivanje značajki glasnika /i/ i /e/ u djece s oštećenim sluhom. Uzorak ispitanika s oštećenim sluhom brojio je 12 djece oba spola, kronološke dobi između 6 i 11 godina, intelektualnog statusa u granicama prosjeka ili iznad, stupnja oštećenja sluha od 40 do 90 dB, te nepostojanje organskih oštećenja vokalnog trakta. Kontrolna skupina brojila je 11 djece podudarne dobi, oba spola, sa standardnim sluhom i intelektualnim statusom u granicama prosjeka ili iznad, te nepostojanje organskih oštećenja vokalnog trakta. Dobiveni rezultati pokazuju da postoje razlike u osnovnim karakteristikama glasnika /i/ i glasnika /e/ između slušno oštećene djece i djece bez oštećenja sluha, nadalje postoje razlike između uzoraka ispitanika u čitavom prostoru primijenjenih varijabli za glasnik /i/ i glasnik /e/. Glavni problem djece s oštećenim sluhom je u kontroli auditive, respiratorne i laringalne razine za vrijeme vokalizacije. Osnovne poremećene karakteristike u djece s oštećenim sluhom dobivene u ovom istraživanju su: prekomjeran udisaj, manjak varijacija u glasu i velike frekvencijske oscilacije.

Cljučne riječi: oštećenje sluha, glasnik, vokalizacija.

Uvod

“U svojoj povijesnoj strukturiranosti govor je živa sinteza slobode i nametnutog reda.

Govor su čudesna unutarnja zbivanja koja ravnaju brzim a istančanim, značenjima ispunjenim pokretima govornih organa, pokretima koje preobličene u zvuk drugi prihvaća tom istom brzinom i preobraća u stanja svijesti i doživljava iz kojih je ishodio govorni čin” (Škarić, 1991, str. 67).

Do danas nije razjašnjeno nastajanje glasa. O tom postoji više teorija, a suvremeni

pristup ovom problemu započeli su Van de Berg, Zantema i Doornenbal (1957) objašnjavajući fonaciju aerodinamičkim i mioelastičnim faktorima. Wyke je (1983) postavio teoriju neuromuskularnog sustava kontrole.

“Fonacija je u čovjekovu razvojnome procesu nastala kao rezultat genijalnog iskorištenja mehanizma disanja radi smislene komunikacije” (Fenn, 1968, prema Padovan i sur., 1991, str. 382). Fonacija je definirana kao izdisaj modifi-

ran laringalnim vibracijama i ona se odvija, prema novim spoznajama, ovako: nakon prefonacijskog, voljno započetog udisaja, slijedi prefonacijski izdisaj, glasnice zauzimaju paramedijalni položaj potaknute živčanim impulsima koji u laringalne mišiće dolaze gornjim i donjim laringalnim živcem. Istim živcima pristižu i impulsi pod čijim se djelovanjem mijenjaju masa, dužina i napetost glasnica. Djelomična opstrukcija izdisajne zračne struje izaziva Bernoullijev učinak: konstantan volumen protoka na mjestu naglo nastala suženja postiže se povećanjem brzine strujanja, što uzrokuje smanjenje tlaka na mjestu suženja. Zbog toga učinka pada tlak u subglotidnoj regiji i on uvlači glasnice do središnje linije, nakon čega potpuna opstrukcija zračne struje povećava subglotidni tlak koji glasnice naglo razmiče do paramedijalnog položaja. Takav proces horizontalnih titraja obiju glasnica traje dotle dok se ne smanji subglotidni tlak ispod kritične granice, što zahtjeva novi prefonacijski udisaj. Fonacija je samo voljno započeta, a u kasnijem toku fonacije frekvencija titranja, odnosno

* Centar za odgoj i obrazovanje “Juraj Bonačić”, Split

masa, napetost i dužina glasnice ovise o kontrolnim refleksnim mehanizmima, prije svega o kinestetskom mehanizmu. Receptori smješteni u sluznici, mišićima i u zglobovima grkljana imaju bitnu ulogu u kinestetskoj kontroli, jer obavještavaju produženu moždinu o svakom fiziološkom i patološkom podražaju nastalom u toku fonacije. Pri normalnoj fonaciji obje glasnice titraju istom frekvencijom, amplitudom i fazom, tj. istodobno se približavaju središnjoj liniji i udaljavaju od nje. Osim horizontalnih vibracija, važan je dio vibracijskog mehanizma valovito gibanje glasnične sluznice, što daje specifična obilježja normalnome glasu i osigurava normalnu fonaciju (Padovan i sur., 1991).

Zvuk dobiven relaksacijskim titranjem glasnice u čijem se ritmu modulira zračna struja zovemo osnovni laringalni ton. Taj je zvuk suviše slab i nije čujan. Konačnu snagu, čujnost, volumen i boju dobiva tek prolaskom (filtriranjem) kroz vokalni trakt kojeg čine strukture iznad larinksa, odnosno rezonantne šupljine. Tada nastaje čujan ljudski zvuk – glas. Glas je složen zvuk što znači da se sastoji od osnovnog tona i nadtonova ili harmonika (Fordham, 1993).

Osnovni laringalni zvuk je neposredno odgovoran za proizvodnju svih zvučnih suglasnika i svih samoglasnika. Dakle, odgovoran je za formiranje dvadeset od trideset glasnika hrvatskog jezika. On, međutim, ima i funkciju oblikovanja melodije riječi i rečenice, naglasaka, intonacije i ritma, odnosno prozodijskih elemenata govora. Laringalni glas oblikuje opću "sliku" govora. U gluhe djece laringalni glas može biti standardan, suviše visok (kreštav) i prenapet, opušten (labav), neprirodan i nizak. On može biti nejasan i popraćen šumovima, a vrlo rijetko se događa da uopće ne postoji. Standardno funkcioniranje laringalnog sustava preduvjet je formiranja standardnih kvaliteta glasova (Radovančić, 1995).

Promuklost ili disfonija najčešće je definirana kao svako odstupanje od normalnih obilježja visine, inteziteta i kvalitete glasa. Aronson (1980) kaže da poremećaj glasa postoji ukoliko se kvaliteta, visina, jačina ili fleksibilnost glasa razlikuju od glasova osoba jednakih po dobi, spolu

ili pripadnosti kulturnoj skupini.

Uzroci odstupanja kvalitete glasa mogu biti primarne i sekundarne organske promjene u grkljanu, primarni i sekundarni funkcionalni poremećaji, razvojni i hormonalni utjecaji, prirodene i stečene anomalije larinksa, neurogena i psihogena patološka stanja te promjene rezonacijskih mehanizama.

Prema Radovančiću (1995) čitav fiziološki put akustičkog podražaja, od periferije do središta, možemo podijeliti u dvije faze: na fazu transmisije i fazu *transporta* fizikalno-mehaničke energije odnosno bio-električnog potencijala.

Faza transmisije fizikalno-mehaničke energije zvuka anatomski seže od uške do osjetnih stanica Cortijevog organa, a faza transporta bio-električnog potencijala seže od osjetnih stanica Cortijevog organa preko živčanih putova do središta u središnjem živčanom sustavu. Put akustičkog podražaja od uške do osjetnih stanica Cortijevog organa nazivamo konduktivnim ili transmisijskim, a put akustičkog podražaja od osjetnih stanica Cortijevog organa do središta u središnjem živčanom sustavu nazivamo perceptivnim ili transportnim putem.

McReynolds (1986) kaže da je poznato da osobe s oštećenjem sluha imaju probleme s govorom i jezikom. Većina istraživanja glasovne produkcije osoba oštećena sluha otkrivaju mnoge devijantne značajke glasa uključujući visinu, intonaciju, artikulaciju, vrijeme, ritam, nazalnost i glasničku kvalitetu.

Škarić (1991) kaže da je okruglost kao jedna od značajnih osobina boje glasa simptom naglušnosti i slabosti grkljana, dok recimo gluho-rođeni nemaju blještave glasove koji simptomatiziraju pojačanu samoslušnost. Najčešći uzroci nestandardne Fo (fundamentalne frekvencije) u gluhe djece su prenapete ili premlohav glasnice, i s tim u vezi neprimjerena visina glasa, a ona pak utječe na intonaciju što može rezultirati monotonim glasom.

Higgins i sur., (1994) su u svojem istraživanju na uzorku žena i muškaraca srednjih godina s oštećenjem sluha dobili značajno viši intraoralni i subglotalni pritisak, te viši laringalni otpor i Fo

nego u osoba bez gubitka sluha.

Interesantni su podaci iz istraživanja Murphya i suradnika (1990) na uzorku djece s oštećenim sluhom između 9 i 19 godina starosti, koji idu u prilog tezi povišenih vrijednosti akustičkih parametara glasa kod osoba s gubicima sluha budući su pokazali da su ispitanici tendirali višim vrijednostima inteziteta, produljene fonacije, Fo, kod proizvodnje naglašanih slogova u odnosu na nenaglašene (Bolfan-Stošić, 1999, str.34).

U gluhe djece laringalni glas može biti standardan, previsok (kreštav) i prenapet, opušten (labav), neprirodan i nizak. On može biti nejasan i popraćen šumovima a vrlo rijetko se događa da uopće ne postoji. Standardno funkcioniranje laringalnog sustava preduvjet je formiranju standardnih kvaliteta glasova (Radovančić, 1995).

Prema Ryalis i Laoruche (1992) osobe koje imaju oštećenje sluha često govore s neprikladnom laringalnom osnovnom frekvencijom (Fo). Njihova Fo je obično okarakterizirana kao monotona i viša nego prosječna Fo osoba bez oštećenja sluha.

Osobe s oštećenjima sluha imaju problema u kontroliranju osnovnog laringalnog tona zbog problema primanja senzorne povratne sprege, kao i manjka vizualne povratne sprege za laringalne aktivnosti, ili problem "leži" u opažanju, primanju akustičkih korelata glasa (McGarr i sur., 1986, str.33; prema Bolfan-Stošić, 1999). Upravo zbog tih razloga ponekad je, zaključuju autori, teško tretirati neprimjerenu Fo u osoba s oštećenjima sluha.

Primijećeno je također da se prosječna visina glasa gluhih osoba ponekad povećava s težinom jezičnog izričaja. Proizvodnja visokih glasova zahtijeva povećanu napetost laringalnih mišića i subglotičkog pritiska što koriste gluhe osobe da bi proprioceptivnim osjetom kontrolirale svoj govor.

Škarić i Varošaneć Škarić (1995) kažu da je Fo gluhih i nagluhih znatno viša nego Fo dobročujućih, zato jer je govorenje osoba s kongenitalnom zamjedbenom gluhoćom i nagluhošću napetije nego kod dobročujućih prosječnih osoba.

Radovančić (1995) kaže da upravo zbog neuspostavljene optimalne povratne sprege između prijema i produkcije govora, kod ove populacije akustičke značajke glasa često odstupaju od standarda.

Problem

Istraživanja glasovne produkcije osoba oštećena sluha ukazuju na mnoge devijantne značajke glasa uključujući visinu, intonaciju, artikulaciju, vrijeme, ritam, nazalnost i glasovnu kvalitetu.

Osnovna frekvencija glasa kod osoba s oštećenjem sluha više varira od samoglasnika do samoglasnika nego kod osoba koje čuju, dok je kod frekvencija prvih i drugih formantata situacija obratna (Radovančić, 1995). Nestandardne varijacije visine samoglasnika mogu biti posljedica neprimjerene uporabe laringalnih mišića zbog neadekvatne kontrole pa dolazi do nekontrolirane napetosti ili opuštenosti glasnica što pak rezultira izrazitim varijacijama visine glasa.

Ciljevi istraživanja

Osnovni ciljevi istraživanja su utvrđivanje nekih značajki samoglasnika /i/ /i/ /e/ /u/ djece s oštećenim sluhom. Da bi se ostvarili, postavljeni su podciljevi:

1. ispitati i utvrditi značajke glasnika /i/ /u/ djece s oštećenim sluhom,
2. ispitati i utvrditi značajke glasnika /i/ /u/ djece bez oštećenja sluha,
3. ispitati i utvrditi značajke glasnika /e/ /u/ djece s oštećenim sluhom,
4. ispitati i utvrditi značajke glasnika /e/ /u/ djece bez oštećenja sluha,
5. utvrditi razlike značajki glasnika /i/ /i/ između eksperimentalne i kontrolne skupine,
6. utvrditi razlike značajki glasnika /e/ /e/ između eksperimentalne i kontrolne skupine.

Hipoteze

U skladu sa ciljevima istraživanja postavljene su sljedeće hipoteze:

- H1: postoje razlike u osnovnim karakteristikama glasnika /i/ između slušno oštećene i djece bez oštećenja sluha.
- H2: postoje razlike u osnovnim karakteristikama glasnika /e/ između slušno oštećene i djece bez oštećenja sluha.
- H3: postoje razlike između uzoraka ispitanika u čitavom prostoru ispitivanih varijabli za glasnik /i/.
- H4: postoje razlike između uzoraka ispitanika u čitavom prostoru ispitivanih varijabli za glasnik /e/.

Metode rada

Uzorak ispitanika

Uzorak ispitanika koji je poslužio za ovo ispitivanje sastojao se od dva subuzorka:

-Uzorak ispitanika s oštećenim sluhom broji 12 ispitanika oba spola. Ispitanici su stari od 6 do 11 godina; intelektualni status je u granicama prosjeka ili iznad; stupanj oštećenja sluha od 40 do 90 dB; nepostojanje organskih oštećenja vokalnog trakta.

-Uzorak ispitanika koji čuju broji 11 ispitanika starosti od 6 do 11 godina, oba spola sa standardnim sluhom i intelektualnim statusom u granicama prosjeka ili iznad. Daljnji kriterij uzorka ispitanika bez oštećenja sluha bio je i nepostojanje organskih oštećenja vokalnog trakta.

Uzorak varijabli

Za ovo istraživanje upotrijebili smo deset varijabli za ispitivanje značajki glasnika /i/ i glasnika /e/ u slušno oštećene djece i djece bez oštećenja sluha.

To su ove varijable:

1. **MFo** – srednja vrijednost osnovne frekvencije (Mean Fundamental Frequency).
2. **FHi** – najviša osnovna frekvencija (FHi – Highest Fundamental Frequency).
3. **Flo** – najniža osnovna frekvencija (Flo – Lowest Fundamental Frequency).
4. **Jitt** – Jitter (Jitter Percent).
5. **Shim** – Shimmer (Shimmer Percent).
6. **VTI** – indeks glasovne turbulencije (Voice Turbulence Indeks).
7. **NHR** – omjer šuma i harmonika (Noise to Harmonic Ratio).
8. **vFo** – varijacija osnovnog laringalnog tona (Coefficient of Fundamental Frequency Variation).
9. **PFR** – raspon osnovne frekvencije (Phonatory Fundamental Frequency Range).
10. **FTRI** – indeks frekventnog tremora (Frequency Index of Trembling).

Način provođenja ispitivanja

Ispitivanje je izvršeno u listopadu i prosincu 2002. godine u prostorijama Centra SUVAG u Zagrebu. Za ispitivanje značajki glasnika /i/ i /e/ djeca su pojedinačno izgovarala te samoglasnike. Svaki zadatak je ponavljan dok ga ispitanik nije izveo na korektan način. Uzorci glasnika snimljeni su primjenom MiniDisc rekordera Sony MZ-R70 i elektrokonzedatorskim kardiodnim mikrofonom ATM31d.

Snimanje izgovora samoglasnika /i/ i /e/ započelo bi čim bi ispitanik počeo izvoditi zadatak, a obradom CoolEdit programa izdvojeni su oni segmenti snimljenih uzoraka koji su predstavljali uspješne izvedbe određenog zadatka.

Metode obrade podataka

Akustička obrada učinjena je pomoću programa MDVP i Kay Elemetrics Corp., Ver. 4.32.13. Statistička obrada podataka uključuje deskriptivnu statistiku, t-test i robustnu diskriminativnu analizu, provedene programima *SPSS for Windows, Release 10.0.1, SPSS Inc. I Statistica for Windows, ver. 4.5.*

Za sve varijable izračunata je deskriptivna statistika (aritmetička sredina, standardna devijacija, minimalna i maksimalna vrijednost). Podaci su analizirani po skupinama ispitanika, posebno za samoglasnik /i/, posebno za samoglasnik /e/.

Dobiveni podaci deskriptivne statistike

prikazani su tabelarno i grafički, a da bi se ispitala značajnost razlika na promatranim varijablama između dvije skupine ispitanika primijenjen je t-test i robustna diskriminativna analiza.

Da bi se mogle konačno testirati postavljene hipoteze korištena je robustna diskriminativna analiza u prostoru 10 varijabli za glasnik /i/ i glasnik /e/.

Rezultati i rasprava

KARAKTERISTIKE GLASNIKA (i) ZA EKSPERIMENTALNU I KONTROLNU SKUPINU

Tablica 1. Deskriptivna statistika za varijable samoglasnika / i / (eksperimentalna skupina)

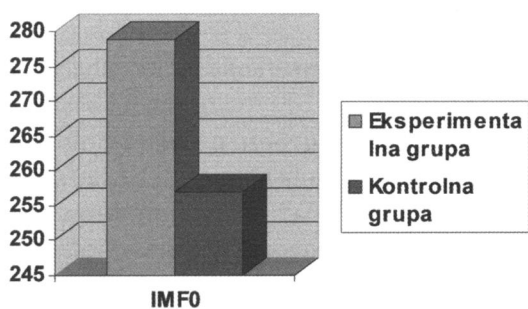
	x	min.	max.	s.d.
I_MFO	278.7867	221.3400	339.1600	36.01553
I_FHI	318.9242	238.9100	419.6500	54.59899
I_FLO	236.6733	202.3500	294.1300	31.29173
I_JITTER	1.3217	.2500	2.4500	.76068
I_SHIMME	2.9325	2.0300	4.0700	.63956
I_VTI	.0500	.0300	.1100	.02216
I_NHR	.1317	.1000	.1800	.02290
I_VFO	3.4017	1.7400	6.6900	1.54916
I_PFR	6.1667	4.0000	14.0000	2.82307
I_FTRI	.5542	0.0000	1.8900	.60574

Tablica 2. Deskriptivna statistika za varijable samoglasnika / i / (kontrolna skupina)

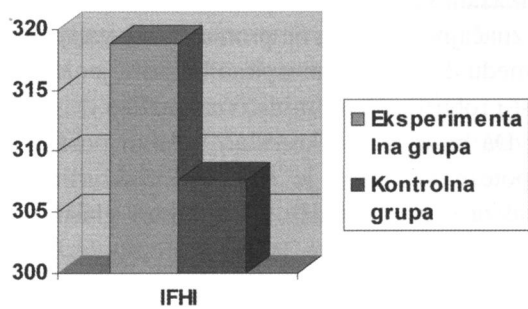
	x	min.	max.	s.d.
I_MFO	256.8964	226.8200	304.8300	23.18791
I_FHI	307.6400	249.7800	379.0000	45.47909
I_FLO	218.2327	188.9300	248.7800	19.75908
I_JITTER	1.2018	.5500	1.9100	.34548
I_SHIMME	3.5491	2.7700	4.6700	.53131
I_VTI	.0445	.0300	.0700	.01214
I_NHR	.1155	.0800	.1500	.02339
I_VFO	3.4745	2.0800	5.3900	.97977
I_PFR	7.0909	5.0000	12.0000	2.25630
I_FTRI	.4009	0.0000	1.0100	.43908

Legenda

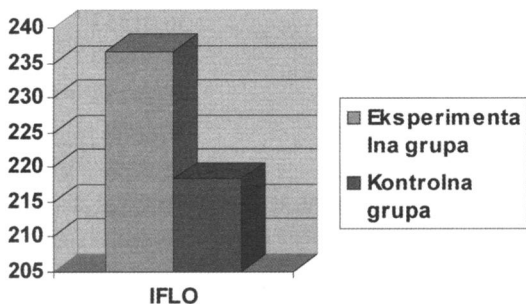
- x – srednja vrijednost (Mean)
- min – minimalna vrijednost (Minimum)
- max – maksimalna vrijednost (Maximum)
- s.d. – standardna devijacija (Std.Dev.)



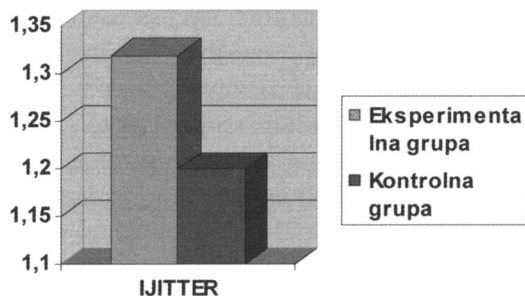
Grafikon 1 Grafički prikaz aritmetičkih sredina za samoglasnik /i/ na varijabli MF0 (srednje vrijednosti osnovne frekvencije) za eksperimentalnu i kontrolnu skupinu, izražen u Hz.



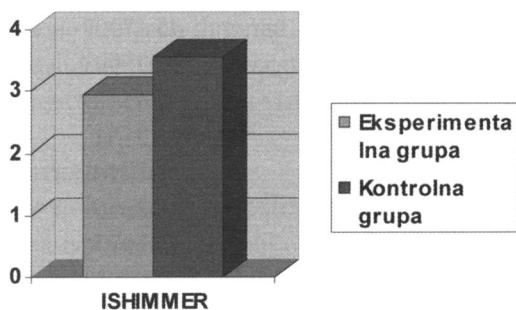
Grafikon 2 Grafički prikaz aritmetičkih sredina za samoglasnik /i/ između eksperimentalne i kontrolne skupine na varijabli najviše osnovne frekvencije (FHI), izražen u Hz.



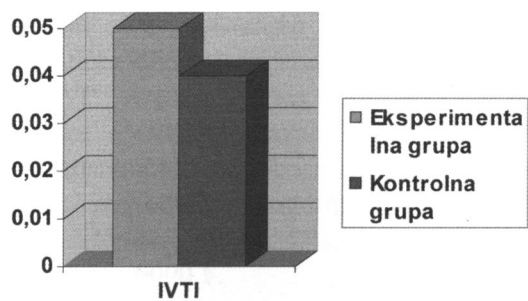
Grafikon 3 Grafički prikaz aritmetičkih sredina za samoglasnik /i/ na varijabli FLO (najniža osnovna frekvencija) za eksperimentalnu i kontrolnu skupinu, izražen u Hz.



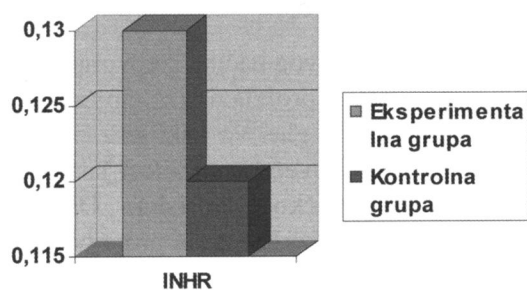
Grafikon 4 Grafički prikaz aritmetičkih sredina za samoglasnik /i/ na varijabli Jitter (relativna procjena varijabilnosti valnih duljina osnovnog laringalnog tona) za eksperimentalnu i kontrolnu skupinu, izražen u postotcima.



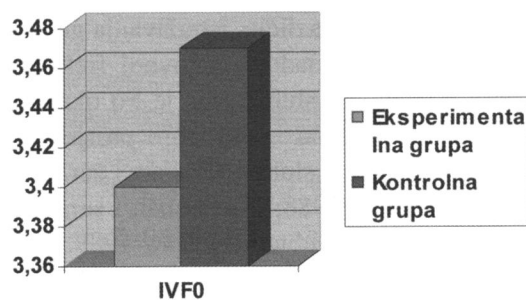
Grafikon 5 Grafički prikaz aritmetičkih sredina za samoglasnik /i/ na varijabli Shimmer, kod eksperimentalne i kontrolne skupine, izražen u dB (procjena varijabilnosti amplitude od perioda do perioda).



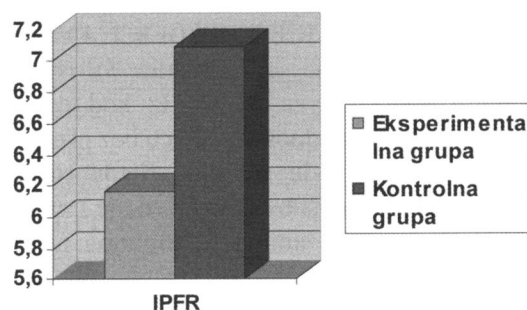
Grafikon 6 Grafički prikaz aritmetičkih sredina eksperimentalne i kontrolne skupine za samoglasnik /i/ na varijabli VTI (indeks glasovne turbulencije, analiza visokofrekventne komponente koja prikazuje akustičku povezanost s nedostatkom zraka).



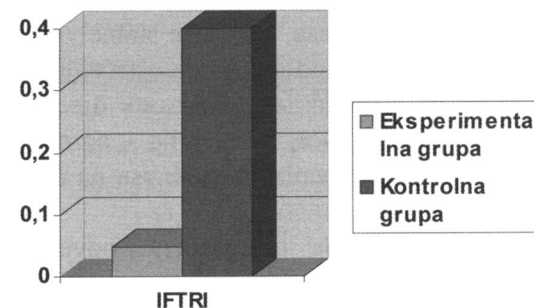
Grafikon 7 Grafički prikaz aritmetičkih sredina za samoglasnik /i/ između eksperimentalne i kontrolne skupine na varijabli NHR (parametra koji predstavlja općenitu procjenu količine šuma u analiziranom uzorku).



Grafikon 8 Grafički prikaz aritmetičkih sredina eksperimentalne i kontrolne skupine za samoglasnik /i/ na varijabli varijacije u osnovnoj frekvenciji, VFo.



Grafikon 9 Raspon između najviše i najniže frekvencije osnovnog laringalnog tona između eksperimentalne i kontrolne skupine za samoglasnik /i/, izražen u broju polutonova.



Grafikon 10 Grafički prikaz aritmetičkih sredina za ispitani samoglasnik /i/ između eksperimentalne i kontrolne skupine na varijabli FTRI (određuje najjaču periodičnu frekvenciju modulacije glasa).

Legenda:

Eksperimentalna grupa – uzorak ispitanika s oštećenim sluhom
 Kontrolna grupa - uzorak ispitanika bez oštećenja sluha

Pregledom TABLICE 1 i TABLICE 2 uočeno je da skupina ispitanika s oštećenjem sluha kod fonacije samoglasnika /i/ ima viši osnovni laringalni ton nego skupina djece bez oštećenja sluha. Raspon između srednje vrijednosti svih vrijednosti perioda osnovne frekvencije i najveće osnovne frekvencije unutar definiranog perioda veći kod djece bez oštećenja sluha nego kod djece s oštećenjem sluha, 50,74 Hz nasuprot 40,13 Hz. Raspon između srednje vrijednosti svih vrijednosti perioda osnovne frekvencije i najniže

osnovne frekvencije unutar definiranog perioda isto tako je veći kod djece s oštećenjem sluha nego kod djece bez oštećenja sluha, 42,04 Hz nasuprot 38,67 Hz. Kod djece s oštećenjem sluha najviša i najniža frekvencija se kreću unutar manjeg frekvencijskog raspona, 82,25 Hz, nego kod djece bez oštećenja sluha, 91,21 Hz. Dobivena razlika skupina u visini osnovnog laringalnog tona iznosi 22,89 Hz, a vjerojatno bi bila i veća da je uzorak sačinjavao veći broj djece. Prisutne razlike u visini Fo između ova dva uzorka ukazuju

na tendenciju vokalnog ponašanja djece s oštećenjem sluha. Različita istraživanja govore u prilog tezi o neprikladnoj osnovnoj frekvenciji osoba s oštećenjem sluha, gdje je F_0 okarakterizirana kao monotona i viša nego prosječna F_0 osoba bez oštećenja sluha (Mc Garr i sur., 1989; Youdelman i sur., 1988; Youdelman i sur., 1989; Whitehead, 1987; Subtelny i sur., 1989; prema Bolfan–Stošić 1999.; Škarić i Varošaneć Škarić, 1995).

Relativna procjena varijabilnosti fonacije samoglasnika /i/, jitter, veća je kod djece s oštećenjem sluha za 0,12 % nego kod djece bez oštećenja sluha dok je shimmer varijabilnost veća kod djece bez oštećenja sluha za 0,52 dB, što upućuje na zaključak da je kod djece bez oštećenja sluha glas intonativno čišći, odnosno da je bolja kvaliteta glasa, a s druge strane viša vrijednost shimmera kod djece bez oštećenja sluha upućuje na promuklost, odnosno djeca bez oštećenja sluha češće, intezivnije i agresivnije koriste vokalni mehanizam u odnosu na djecu s oštećenjem sluha.

Indeks glasovne turbulencije povezan s nedostatkom zraka kod fonacije samoglasnika /i/ samo je za omjer od 0,01 veći kod djece s oštećenjem sluha, isto tako je razlika za 0,01 bila veća kod djece s oštećenjem sluha kod mjerenja količine šuma u signalu što ukazuje na naglašenu harmoničnu komponentu kvalitete glasa djece s oštećenjem sluha, glas u kojem ne prevladava šum. Tremor sadrži i komponente frekvencije i amplitude, osnovna frekvencija može varirati i/ili amplituda može varirati u signalu na periodičan način, a ona je kod kontrolne skupine veća za omjer od čak 0,35 nego kod eksperimentalne skupine. Ako je na razini fonacije, govorimo o vokalnom tremoru. Najveća razlika između ove dvije skupine ispitanika je na varijabli raspona između najmanje i najveće frekvencije osnovnog laringalnog tona.

Youdelman (1989) govori o manjku varijacija u govoru osoba s oštećenjem sluha, te kaže da su osnovne poremećene karakteristike glasova djece s oštećenjem sluha su: prekomjeran udisaj, manjak varijacija u glasu i velike frekvencijske i

intezitetske razlike (prema Bolfan–Stošić, 1999, str. 135).

Objašnjenje ovakvog načina izgovora osoba s oštećenjem sluha proizlazi iz činjenice da proizvodnja visokih glasova zahtijeva povećani napor generatora, povećanu napetost laringalnih mišića i subglotičkog pritiska. Osobe s oštećenjem sluha to koriste da bi proprioceptivnim osjetom kontrolirale svoj izgovor budući u najvećem broju slučajeva imaju smanjenu osjetljivost na visoke frekvencije.

Nadalje, prema istraživanju autora Škarića i sur. (1995) nagluhi pojačavaju neke osobine glasovnog materijala zbog informatičke buke koju čini preostali sluh, a osobina je ljudskog glasa općenito da F_0 raste s porastom glasnoće zbog okolne buke.

Pregledom TABLICE 3 i TABLICE 4 vidljivo je da je kod fonacije samoglasnika /e/ osnovni laringalni ton viši za 20,39 Hz kod djece s oštećenjem sluha u odnosu na djecu bez oštećenja sluha. Raspon između srednje vrijednosti svih vrijednosti perioda osnovne frekvencije i najveće osnovne frekvencije unutar definiranog perioda veći je kod djece bez oštećenjem sluha, 67,05 Hz, nego kod djece s oštećenja sluha, 49,01 Hz. Raspon između srednje vrijednosti svih vrijednosti perioda osnovne frekvencije i najniže osnovne frekvencije veći je kod eksperimentalne skupine, 55,85 Hz, nego kod kontrolne skupine, 38,30 Hz. Frekvencijski raspon između eksperimentalne i kontrolne skupine približno je jednak, 105,86 Hz nasuprot 106,35 Hz. Bez obzira na podjednak frekvencijski raspon između ove dvije skupine, skupina ispitanika s oštećenjem sluha u prosjeku ima viši osnovni laringalni ton nego osobe bez oštećenja sluha, a što nas upućuje na specifičan način foniranja, povećani napor cijelog artikulacijskog aparata kod foniranja glasova visoke frekvencije. Jitter i shimmer varijable upućuju na nestabilniju fonaciju kod djece bez oštećenja sluha budući su vrijednosti povećane upravo kod ove skupine ispitanika što upućuje na visoku intonaciju prilikom foniranja glasa, odnosno promuklost. Indeks glasovne turbulencije povezan sa turbulencijom uzrokovanom nekompletnim ili izgubljenim navođenjem glas-

KARAKTERISTIKE GLASNIKA (e) ZA EKSPERIMENTALNU I KONTROLNU SKUPINU

Tablica 3. Deskriptivna statistika za varijable samoglasnika / e / (eksperimentalna skupina)

	x	min.	max.	s.d.
E_MFO	268.7567	222.8500	333.0200	37.26590
E_FHI	317.7725	241.5500	479.7100	60.74272
E_FLO	212.9067	122.7100	310.3800	52.12662
E_JITTER	1.6425	.4600	3.1600	.74721
E_SHIMME	3.5750	1.8600	6.8200	1.29135
E_VTI	.0592	.0300	.1100	.02712
E_NHR	.1333	.1000	.2400	.03601
E_VFO	4.8200	2.2400	16.1300	3.78046
E_PFR	8.2500	4.0000	17.0000	4.07040
E_FTRI	.1100	0.0000	.8900	.27499

Tablica 4. Deskriptivna statistika za varijable samoglasnika / e / (kontrolna skupina)

	x	min.	max.	s.d.
E_MFO	248.3691	217.1500	301.1700	24.40117
E_FHI	315.4227	267.4500	414.7100	39.25652
E_FLO	209.0682	172.4400	258.5800	25.54090
E_JITTER	2.0982	.6100	3.7100	.90012
E_SHIMME	4.4700	2.6100	7.4700	1.50478
E_VTI	.7891	.0500	8.0000	2.39164
E_NHR	.1318	.1000	.1500	.01328
E_VFO	3.4064	2.1400	5.8100	.98660
E_PFR	8.1818	4.0000	12.0000	2.75021
E_FTRI	.4618	0.0000	1.1700	.39329

Legenda:

x – srednja vrijednost (Mean)

min – minimalna vrijednost (Minimum)

max – maksimalna vrijednost (Maximum)

s.d. – standardna devijacija (Std.Dev.)

Eksperimentalna grupa – uzorak ispitanika s oštećenim sluhom

Kontrolna grupa - uzorak ispitanika bez oštećenja sluha

ničkih nabora razlikuje eksperimentalnu i kontrolnu skupinu za 0,73, naime povećana vrijednost kod kontrolne skupine mogla bi biti posljedica intezivnijih i obilnijih vokalnih aktivnosti nego kod eksperimentalne skupine.

Količina šuma podjednaka je za obje skupine, što kao i kod glasa /i/ upućuje na harmoničnu komponentu kvalitete glasa ispitane djece. Indeks frekventnog tremora veći je za omjer od 0,35 kod kontrolne nego kod eksperimentalne skupine, što

upućuje na prisustvo nestabilnih modulacija frekvencije i amplitude kod kontrolne skupine, prisustvo vokalnog tremora.

Različita istraživanja govore u prilog tezi da osnovna frekvencija više varira od samoglasnika do samoglasnika kod osoba s oštećenim sluhom nego kod osoba bez oštećenja sluha, dok je kod frekvencija prvih i drugih formantata situacija obrnuta.

U svom istraživanju van Tassel je (1980)

došao do zaključka da djeca s oštećenjem sluha u najvećem broju slučajeva imaju smanjenu osjetljivost na visoke frekvencije, samim tim otežana im je diskriminacija frekvencijskog područja drugog formanta kod izgovora samoglasnika. To se naročito odnosi na frekvencijski visoke glasnike /i/ i /e/.

Nestandardne varijacije visine samoglasnika mogu biti posljedica neprimjerene uporabe laringalnih mišića zbog neadekvatne kontrole pa dolazi do nekontrolirane napetosti ili opuštenosti glasnica što rezultira izrazitim varijacijama visine glasa (Radovančić, 1995).

Jedina statistički značajna razlika kod primjene t-testa za varijable samoglasnika /e/ između eksperimentalne i kontrolne skupine dobivena je kod varijable indeks frekventnog tremora.

Tremor kao specifično podrhtavanje glasa viši je kod kontrolne nego kod eksperimentalne skupine. Kod tremora dolazi do nestabilnih frekvencijskih modulacija, uključuje povećani shimmer i jitter, može ukazivati na neuromusku-

larni poremećaj, ali ako je samo na razini fonacije, govori se o vokalnom tremoru. Naime, tremor bi se mogao opisati i kao prenaplašeni vibrato (specifično podrhtavanje glasa, male promjene inteziteta i frekvencije osnovnog laringalnog tona) koji više ne uljepšava glas. Titze (1995) navodi da je zapravo vibrato kultivirani tremor, a tremor su nestabilne frekvencijske modulacije u rasponu od 4 do 7 Hz.

Ovakve rezultate možemo dovesti u vezu s jakim subglotskim tlakom, kojem da bi se pružio otpor povećava se i napetost mišića larinksa što utječe na usklađenost gibanja glasnica.

Što se tiče razlika u artikulaciji samoglasnika one su rezultat ograničene povratne sprege, dakle osobe s oštećenjem sluha nemaju informaciju o vlastitom govoru. Netočnost u postavljanju jezika pri izgovoru ovih glasova posljedica su vjerojatno ograničene osjetljivosti na visoke frekvencije. Slaba vidljivost mjesta artikulacije glasnika /i/ i /e/ umanjuje vizualnu povratnu spregu i ostavlja više mjesta pogrešci.

ANALIZA RAZLIKA IZMEĐU SKUPINA NA VARIJABLAMA SAMOGLASNIKA (i)

Tablica 5. T-test za varijable samoglasnika /i/ između eksperimentalne i kontrolne skupine

	x	x			s.d.	s.d.	F-ratio	p
	G_1:1	G_2:2	t-value	p	G_1:1	G_2:2	variances	variances
I_MFO	278.7867	256.8964	1.71458	.101145	36.01553	23.18791	2.412440	.176456
I_FHI	318.9242	307.6400	.53571	.597790	54.59899	45.47909	1.441271	.572402
I_FLO	236.6733	218.2327	1.67116	.109528	31.29173	19.75908	2.507989	.158670
I_JITTER	1.3217	1.2018	.47857	.637189	.76068	.34548	4.847947	.018877
I_SHIMME	2.9325	3.5491	-2.5015	.020710	.63956	.53131	1.449006	.566740
I_VTI	.0500	.0445	.72232	.478068	.02216	.01214	3.333333	.068018
I_NHR	.1317	.1155	1.67881	.108009	.02290	.02339	1.043931	.937913
I_VFO	3.4017	3.4745	.13335	.895186	1.54916	.97977	2.500021	.160071
I_PFR	6.1667	7.0909	.86194	.398459	2.82307	2.25630	1.565476	.488282
I_FTRI	.5542	.4009	.68895	.498398	.60574	.43908	1.903206	.320342

Legenda:

x – srednja vrijednost (Mean)

s.d. – standardna devijacija (Std.Dev.)

F-ratio – F - distribucija

p – razina značajnosti

t – value – broj standardnih pogrešaka po kojima se razlikuju srednje vrijednosti skupina

variances – varijacija (odstupanje)

T- test izračunava značajnost razlika aritmetičkih sredina na promatranim varijablama između eksperimentalne i kontrolne skupine. Varijabla IShimmer, koristeći t-test, prikazuje najvišu distinkciju ove dvije grupe.

Brzo kolebanje inteziteta svakog pojedinog titraja glasnica više je kod kontrolne nego kod eksperimentalne skupine.

Najveća odstupanja su na najslabijem vidljivom samoglasniku /i/ i to na području varijable shimmer budući na artikulacijskoj razini utjecaj

oštećenja sluha vidljiv je u nesigurnosti postavljanja artikulatora, a zbog malog broja povratnih informacija o produkciji samoglasnika /i/.

Djeca s oštećenjem sluha mogu održati periodično gibanje glasnica fonirajući neko vrijeme, kraće nego djeca bez oštećenja sluha ali ne može se reći da zato imaju lošu kvalitetu fonacije ili smanjen kapacitet pluća, jednostavno se radi o stupnju razvoja njihovog govora, koji onda određuje i stupanj kontrole govornog disanja.

ANALIZA RAZLIKA IZMEĐU SKUPINA NA VARIJABLAMA SAMOGLASNIKA (e)

Tablica 6. T-test za varijable samoglasnika /e/ između eksperimentalne i kontrolne skupine

	x		t-value	p	s.d.		F-ratio	p
	G_1:1	G_2:2			G_1:1	G_2:2		
E_MFO	268.7567	248.3691	1.53610	.139445	37.26590	24.40117	2.332	.193147
E_FHI	317.7725	315.4227	.10901	.914228	60.74272	39.25652	2.394	.180103
E_FLO	212.9067	209.0682	.22083	.827354	52.12662	25.54090	4.165	.032400
E_JITTER	1.6425	2.0982	-1.3255	.199244	.74721	.90012	1.451	.549559
E_SHIMME	3.5750	4.4700	-1.5347	.139780	1.29135	1.50478	1.358	.621586
E_VTI	.0592	.7891	-1.0594	.301426	.02712	2.39164	7775.832	.000000
E_NHR	.1333	.1318	.13138	.896728	.03601	.01328	7.354	.003782
E_VFO	4.8200	3.4064	1.20111	.243079	3.78046	.98660	14.683	.000194
E_PFR	8.2500	8.1818	.04661	.963264	4.07040	2.75021	2.191	.227410
E_FTRI	.1100	.4618	-2.5043	.020584	.27499	.39329	2.045	.256135

Legenda:

x – srednja vrijednost (Mean)

s.d. – standardna devijacija (Std.Dev.)

F-ratio – F - distribucija

p – razina značajnosti

t – value – broj standardnih pogrešaka po kojima se razlikuju srednje vrijednosti skupina

variances – varijacija (odstupanje)

Jedina statistički značajna razlika kod primjene t-testa za varijable samoglasnika /e/ između eksperimentalne i kontrolne skupine dobivena je kod varijable indeks frekventnog tremora.

DISKRIMINATIVNA ANALIZA

Diskriminativna analiza glasnika (i)

U Tablici 7 prikazana je jačina diskriminacije (lambda), stupnjevi slobode (DF1 i DF2), Fisherov F – test (F) i razina značajnosti (P) u čitavom prostoru primijenjenih varijabli.

U Tablici 7 prikazan je uvid u cjelokupni pros-

tor ispitanika, gdje LAMBDA kao mjera varijabiliteta govori o jačini razlikovanja.

Analizom Tablice 7 uočava se, a na osnovu varijabli primijenjenih kod djece s oštećenim sluhom i djece bez oštećenja sluha, da je moguće razlikovati grupe s jakošću diskriminacije LAMBDA = 1.3483, stupnjeve slobode DF1 = 1

i $DF2 = 21$, uz F – test od 21.00, te vjerojatnost pogreške da se grupe međusobno ne razlikuju u prostoru primijenjenih varijabli $P = .000$. Dakle, hipotezu da ne postoje razlike između uzoraka ispitanika u čitavom prostoru primijenjenih varijabli možemo odbaciti na razini značajnosti od .000.

U Tablici 8 prikazani su centriodi skupina djece s oštećenjem sluha (C1) i djece bez oštećenja sluha (C2) u prostoru primijenjenih fonacijskih varijabli.

Razlike između grupa mogu se uočiti na osnovu centroida (C1 i C2) koji su međusobno razmaknuti 1.64 standardne devijacije.

Budući je diskriminacija grupa značajna u čitavom prostoru od 9 varijabli, imamo razloga utvrditi gdje su te razlike, odnosno varijable i koliko doprinose razlikovanju grupa ispitanika.

U Tablici 9 prikazani su rezultati doprinosa svake varijable diskriminaciji skupina (jačina diskriminacije svake varijable, korelacija svake pojedine varijable s diskriminativnom funkcijom, rezultati Fisherova F – testa i razina značajnosti).

Jačina diskriminacije (D), korelacija varijabli

s diskriminativnom funkcijom (R),

Fisherov F – test (F) i značajnost razlika za devet varijabli koje opisuju izgovor glasnika /i/ (P).

Analiza Tablice 9 ima smisla jedino onda ako se ispitanici značajno razlikuju u okviru čitavog prostora primijenjenih varijabli. Kako se grupe ispitanika značajno razlikuju u čitavom prostoru varijabli opravdano je analizirati razlike između grupa u svakoj varijabli posebno.

Varijabla 5 (ISHIM) najviše doprinosi razlikovanju skupina ispitanika, naime shimmer postotak mjeri veoma kratkoročne nepravilnosti od vrha do vrha amplitude analiziranog uzorka koji može biti povezan s nekoliko razloga. Nepravilnosti amplitude mogu biti povezane s nemogućnošću glasnika da podrže periodičke vibracije za određeni period, isto tako su povezane i sa promuklim i zadihanim glasom.

Isto tako, varijable 1 (IMFO), 3 (IFLO), i 7 (INHR), doprinose razlikovanju skupina na razini značajnosti od .05. Varijabla 1 (IMFO) nas upućuje na značajnost razlike u prosječnoj osnovnoj frekvenciji između djece s oštećenim sluhom i djece bez oštećenja sluha.

Tablica 7.

LAMBDA	DF1	DF2	F	P
1.3483	1	21	21.00	.000

Tablica 8. Centroidi skupina

C1	C2
.78	-.86

Varijabla 3 (IFLO) pokazuje da je razlika u ove dvije grupe ispitanika značajna i u odnosu na najnižu osnovnu frekvenciju.

Varijabla 7 (INHR) razlikuje ispitanike mjereći buku unutar signala, prosječan odnos neharmonične spektralne energije u frekventnom dometu 1500 do 4500 Hz prema harmoničnoj spektralnoj energiji u frekventnom dometu 70 do 4500 Hz (uključuje shimmer, jitter i turbulentnu

buku), globalno mjeri buku unutar signala.

Dakle, ispitanici se najviše razlikuju na navedenim varijablama kod izgovora glasnika /i/ što upućuje na prihvaćanje hipoteze o postojanju razlika između uzoraka ispitanika u čitavom prostoru primijenjenih varijabli za glasnik /i/.

Pronađena razlika u prostoru primijenjenih varijabli kod foniranja glasnika /i/ navodi nas na zaključak da je kod djece s oštećenjem sluha

Tablica 9

Redni broj varijable	Šifra Varijable	D	R	F	P
1.	IMFO	.43	.67	4.53	.043
2.	IFHI	.14	.28	1.48	.236
3.	IFLO	.42	.73	4.40	.046
4.	IJIT	.13	-.32	1.88	.182
5.	ISHIM	-.58	-.70	7.79	.011
6.	IVIT	.19	.40	2.08	.161
7.	INHR	.42	.10	3.93	.058
8.	IVFO	-.04	-.23	1.43	.243
9.	IPFR	-.23	-.31	2.00	.169

prisutno brzo kolebanje inteziteta svakog pojedinog titraja glasnika, dakle prisutna je intezitetska nepravilnost, odnosno fluktuacija amplitude zvučnog signala (Coleman, 1983).

Ova bi se funkcija mogla nazvati funkcija fluktuacije amplitude zvučnog signala.

Diskriminativna analiza glasnika (e)

U tablici 10 prikazana je jačina diskriminacije (lambda), stupnjevi slobode (DF1 i DF2), Fisherov F –test (F) i razina značajnosti (P) u čitavom prostoru primijenjenih varijabli za glasnik /e/.

Analizom Tablice 10 vidljivo je sljedeće: na osnovu varijabli primijenjenih kod djece s oštećenjem sluha i djece bez oštećenja sluha moguće je razlikovati grupe s jakošću diskriminacije LAMBDA = 0.7988, uz F – test od 11,79, stupnjeve slobode DF1 = 1 i DF2 = 21, te vjerojatnost pogreške od P = .003. Dakle hipotezu da se grupe međusobno ne razlikuju

u čitavom prostoru primijenjenih varijabli kod foniranja glasnika /e/ možemo odbaciti na razini statističke značajnosti od .003.

U tablici 11 prikazani su centriodi skupina djece s oštećenjem sluha (C1) i djece bez oštećenja sluha (C2) u prostoru primijenjenih varijabli za glasnik /e/.

Na osnovu centroida skupina (C1 i C2) moguće je uočiti razlike između grupa. Centriodi su međusobno razmaknuti 1,26 standardne devijacije, dakle skupina djece s oštećenjem sluha i skupina djece bez oštećenja sluha međusobno se razlikuju za 1,26 standardne devijacije.

U Tablici 12 prikazani su rezultati doprinosa svake pojedine varijable diskriminaciji skupina (jačina diskriminacije svake varijable, korelacija svake varijable s diskriminativnom funkcijom, rezultati Fisherova F-testa i razina značajnosti).

Jačina diskriminacije (D), korelacija varijabli s diskriminativnom funkcijom (R), F – test (F) i značajnost razlika za devet varijabli koje opisuju izgovor glasnika /e/ (P).

Analizirajući grupe ispitanika koje su se razlikovale u cjelokupnom prostoru varijabli analizirali smo i razlike grupa u svakoj varijabli posebno.

Prva varijabla (EMFO) najviše doprinosi raz-

Tablica 10.

LAMBDA	DF1	DF2	F	P
.7988	1	21	11.79	.003

likovanju djece oštećena sluha i djece bez oštećenja sluha. Prosječna osnovna frekvencija izgovora glasnika /e/ najviše doprinosi razlikovanju ove dvije skupine.

Varijabla 8 (EVFO), odnosno varijacije u osnovnoj frekvenciji, isto tako doprinosi razlikovanju eksperimentalne i kontrolne skupine. Ove promjene ukazuju na frekvencijski tremor ili neperiodične promjene, visoki jitter ili jednostavno podizanje i padanje visine zvuka unutar analizirane dužine.

Varijabla 5 (ESHIM), isto kao kod analize glasnika /i/ i kod analize glasnika /e/, doprinosi

Tablica 11. Centroidi skupina

C1	C2
.60	-.66

razlikovanju eksperimentalne i kontrolne skupine upućujući na nemogućnost glasnika da podrže periodičke promjene za određeni period, a povezani su s promuklim i zadihanim glasom.

Najmanji doprinos je dala varijabla 6 (EVIT) koja je mjerila relativni energetska stupanj visokofrekventne buke koji je povezan sa turbulencijom uzrokovanom nekompletnim ili izgubljenim navođenjem glasovnih nabora.

Ova bi se funkcija mogla nazvati *funkcijom varijacija u osnovnoj frekvenciji*.

Djeca s oštećenjem sluha najviše poteškoća imaju kod izgovora glasnika /i/ i /e/ budući su

svojom karakterističnom zvučnom masom smješteni u visokom frekvencijskom području, nije ih moguće kontrolirati, a taktilni osjet kod artikulacije ovih glasova je izrazito slab. Pogreške u artikulaciji samoglasnika često se pojavljuju kod spektralno sličnih glasova pa se pojavljuju i poteškoće razlikovanja jednog samoglasnika od drugog.

VERIFIKACIJA HIPOTEZA

H1 – Analiza rezultata ovog ispitivanja pokazuje da se hipotezu H1, koja kaže da postoje razlike u osnovnim karakteristikama glasnika /i/ između slušno oštećene djece i djece bez oštećenja sluha, može prihvatiti. Analizom rezultata, na temelju grafičkog prikaza za glasnik /i/ kao i na osnovu prikaza aritmetičkih sredina varijabli, a uz testiranje postavljene hipoteze korištenjem robustne diskriminativne analize u prostoru primijenjenih varijabli za analizirani glasnik /i/, hipoteza H1 je opravdana.

H2 – Provedeno ispitivanje pokazalo je da hipoteza H2, koja kaže da postoje razlike u osnovnim karakteristikama glasnika /e/ između slušno oštećene djece i djece bez oštećenja sluha, isto tako može biti prihvaćena, na osnovu prikaza aritmetičkih sredina varijabli, odnosno na temelju testiranja hipoteza korištenjem robustne diskriminativne analize.

H3 – Analizom rezultata čitavog prostora primijenjenih varijabli robustnom diskriminativnom analizom na razini značajnosti od 5 %

Tablica 12

Redni broj varijabli	Šifra Varijabli	D	R	F	P
1.	EMFO	.50	.37	3.90	.059
2.	EFHI	.04	-.17	1.41	.247
3.	EFLO	.08	.19	1.64	.212
4.	EJITT	-.44	-.75	2.65	.115
5.	ESHIM	-.50	-.75	3.13	.080
6.	EVIT	-.36	-.51	1.17	.292
7.	ENHR	.05	-.22	1.75	.198
8.	EVFO	.40	.04	3.40	.076
9.	EPFR	.02	-.23	1.36	.255

može se prihvatiti hipoteza da postoje razlike između uzoraka ispitanika u čitavom prostoru primijenjenih varijabli za glasnik /i/ (jačina diskriminacije dobivene diskriminativne funkcije od 1.3483, stupnjevi slobode 1 i 21, F – test od 21.00 i razina značajnosti od .000).

H4 – Četvrta hipoteza govori o postojanju razlika između uzoraka ispitanika u čitavom prostoru primijenjenih varijabli za glasnik /e/ što se može prihvatiti, a na temelju testiranja hipoteze robustnom diskriminativnom analizom na razini značajnosti 5% (jačina diskriminacije dobivene diskriminativne funkcije od .7988, stupnjevi slobode 1 i 21, F – test od 11.79 i razina značajnosti od .003).

Zaključak

Glavni cilj ovog istraživanja bio je utvrditi neke značajke glasnika /i/ i /e/ u djece s oštećenim sluhom na osnovu postavljenih podciljeva.

Dobiveni rezultati pokazuju da postoje razlike u osnovnim karakteristikama glasnika /i/ i glasnika /e/ između slušno oštećene djece i djece bez oštećenja sluha, nadalje postoje razlike između uzoraka ispitanika u čitavom prostoru primijenjenih varijabli za glasnik /i/ i glasnik /e/ iz čega proizlazi da se mogu prihvatiti sve postavljene hipoteze.

Analizirajući grafičke prikaze te aritmetičke sredine analiziranih glasnika /i/ i /e/ vidljivo je da se ispitanici razlikuju na svim varijablama.

Dobiveni rezultati između eksperimentalne i kontrolne skupine pokazuju statistički značajne razlike u okviru čitavog prostora primijenjenih varijabli.

Analizirajući glasnik /i/ vidljivo je da se ispitanici najviše razlikuju na varijabli Shimmer koja mjeri veoma kratkoročne nepravilnosti od vrha do vrha amplitude analiziranog uzorka. To upućuje na zaključak o nemogućnosti glasnica da podrže periodičke vibracije za određeni period, a što uključuje nepravilno disanje i zadihani glas. Varijabla prosječne osnovne frekvencije glasnika /i/, kao i varijabla najniže osnovne frekvencije

zadanog glasnika značajno doprinose razlikovanju grupa ispitanika. Indeks glasovne turbulencije uzrokovan nekompletnim ili izgubljenim navođenjem glasničkih nabora u analizi glasnika /i/ također doprinosi razlikovanju skupina.

Kod ispitivanja razlika u čitavom prostoru primijenjenih varijabli za glasnik /e/ dobivena je statistički značajna razlika između eksperimentalne i kontrolne skupine. Razliku između skupina najviše opisuje varijabla prosječne osnovne frekvencije.

Visina osnovnog laringalnog tona ovisi o brzini titranja glasnica, dakle glasnice brže titraju ako je njihov rub koji treperi tanji, ako je dio koji treperi kraći, ako su glasnice napetije i subglotički tlak veći. Najčešći uzroci nestandardnog glasa u osoba oštećenog sluha su upravo prenapete glasnice. Kod primjene t-testa za varijable glasnika /e/ između eksperimentalne i kontrolne skupine dobivena je statistički značajna razlika jedino kod varijable indeks frekventnog tremora. Tremor kao specifično podrhtavanje glasa viši je kod kontrolne nego kod eksperimentalne skupine. Kod tremora dolazi do nestabilnih frekvencijskih modulacija,

uključuje povećani shimmer i jitter, može ukazivati na neuromuskularni poremećaj, ali ako je samo na razini fonacije, govorimo o vokalnom tremoru.

Glavni problem djece s oštećenim sluhom je u kontroli auditivne, respiratorne i laringalne razine za vrijeme vokalizacije. Osnovne poremećene karakteristike u djece s oštećenim sluhom dobivene u ovom istraživanju su: prekomjeran udisaj, manjak varijacija u glasu i velike frekvencijske oscilacije.

Budući je ovim istraživanjem pokazano da fizikalno–akustičke značajke osnovnog laringalnog glasa odstupaju od standarda kod djece s oštećenjem sluha za pretpostaviti je da su fizikalno–akustičke značajke osnovnog laringalnog glasa u djece s oštećenjem sluha posljedica smanjene mogućnosti ili nemogućnosti uspostavljanja optimalne povratne sprege između primanja i produkcije govora.

Isto tako je i kod artikulacije samoglasnika,

dakle rezultat su ograničenih kapaciteta povratne sprege, a zbog čega osobe s oštećenjem sluha nemaju uvid, informaciju o vlastitoj govornoj izvedbi. Kod djece s oštećenjem sluha u fonaciji glasnika /i/ i /e/ reducirana je auditivna, taktilna, te vizualna povratna sprega, a na taj način je ostavljeno više mjesta pogrešci za vrijeme foniranja ovih glasova.

Djeca s oštećenjem sluha imaju najviše teškoća pri izgovoru glasnika /i/ i glasnika /e/. Zašto se ti glasovi najteže izgovaraju nalazimo u konfiguraciji audiogramske krivulje kod osoba s

oštećenjem sluha. Sve osobe s teškim oštećenjem sluha redovito imaju takvu konfiguraciju audiogramske krivulje koja naglo pada iznad područja od 1000 Hz ili (kod gluhih osoba) iznad tog područja nije moguće utvrditi prag čujnosti.

Budući da su samoglasnici /i/ i /e/ svojom karakterističnom zvučnom masom smješteni u visokofrekvencijskom području, osobe s oštećenjem sluha ih ne mogu kontrolirati a taktilni osjet pri njihovoj artikulaciji je izrazito slab (Radovančić, 1995).

Literatura

- Aronson, A. E. (1980) : Clinical Voice Disorders. Thieme INC. New York.
- Bolfan-Stošić, N. (1999): Akustičke karakteristike glasa djece s Downovim sindromom, oštećenjima sluha, cerebralnom paralizom, disfonijama i djeca bez oštećenja (doktorska disertacija). Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Cavallo, S.A. (1988): Respiratory Function. U: Yoder, D.E. i Kent, R.D.: Decision Making in Speech-Language Pathology, B.C. Decker Inc., Toronto, Philadelphia, 10-12.
- Coleman, R.F. (1983): Instrumental Analysis of Voice Disorders. Seminars In Speech and Language, vol.4, No. 3, August, 205-215.
- Fordham, J. (1993): Jazz. A Dorling Kindersley Book, London/New York/Stuttgart.
- Gilbert, H., Campbell, M. (1980): Speaking fundamental frequency in three groups of hearing-impaired individuals. Journal Communication Disorders., Vol.13., 195-205.
- Giusti, M.C., Padovani, M.M.P., Behlau, M., Granato, L. (2001): The Hearing – Impaired Children Voice: E.N.T. Brazilian Society Official Publication, Vol.67 – n 1- Jan / Fev.
- Guyton, A.C. (1973): Medicinska fiziologija. Medicinska knjiga, Beograd – Zagreb.
- Horga, D. (1988): Perceptivni spektar glasova. Defektologija, FD, Vol. 24, br.1, Zagreb, 17-40.
- Heđever, M. (1992): Akustičko-artikulacijski aspekt poremećaja artikulacije glasova. Defektologija, Vol. 29, 1-2, Zagreb, 51-57.
- Higgins, H.B., Carney, A.E. i Schulte, L. (1994): Physiological assessment of speech and voice production of adults with hearing loss. Journal of Speech and Hearing Research, Vol. 37 (3), 510-521.
- Hirano, M., Kurita, S., Nagashima, T. (1983): Growth, development, and aging of human vocal folds. U: Bless, D. M., Abbs, J. H. (ur.): Vocal Fold Physiology: Contemporary Research and Clinical Issues. San Diego, College – Hill, 22-43.

- Hudgins, C.V. (1937): Voice Production and Breath Control in the Speech of the Deaf. *American Annals of the Deaf*, Vol. 82, 338-363.
- Kawanara, H. (1998): Hearing voice : Transformed auditory feedback effects on voice pitch control. Rosenthal, David F. (Ed); Okuno, Hiroshi G. (Ed); *Computational auditory scene analysis*.(pp. 335-349), Mahwah, NJ.
- Kluender, K.R., Lotto, A.J. (1994): Effects of first formant onset frequency on (-voice) judgments result from auditory processes not specific to humans. *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 95 (2), 1044-1052.
- Krapež, M. (1978): Optimalno slušno polje i razumljivost pomoću slušnog pomagala. U: *Radovi sa znanstvenog skupa istraživanja na području defektologije*, Zagreb.
- McReynolds, L.V. (1986): Functional articulation disorders. U: *Human communication disorders* (Ed: Shames, G.H., Wigg, E.H.), Charles E. Merrill Publishing Company, A Bell & Howell Company, 139-182.
- Moore, G.P. (1986): Voice Disorders. U: Shames, G.H. i Wiig, E.H.: *Human communication disorders*, Charles E. Merrill Publishing Company, A Bell Howell Company, Columbus, Ohio, 183-241.
- Museik, F.E. (1988): Central Auditory Evaluation of the Learning Disabled Child. U: Yoder, D.E. i Kent, R.D.: *Decision Making in Speech-Language Pathology*, B.C. Decker Inc., Toronto, Philadelphia, 24-28.
- Radovančić, B. (1995): Osnove rehabilitacije slušanja i govora. Fakultet za defektologiju Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Radovančić, B. (1995): Neke značajke osnovnog laringalnog glasa u gluhe i teško nagluhe djece. *Logopedija*, Vol. 1., br. 1-2, str. 55-59.
- Ryalls, J., Larouche, A. (1992): Acoustic integrity of speech production in children with moderate and severe hearing impairment. *Journal of Speech and Hearing Research*, Vol. 35 (1), 88-95.
- Stark, R.E. (1988): Articulation Disorders in the Preschool Child. U: Yoder, D.E., Kent, R.D.: *Decision Making in Speech-Language Pathology*, B.C. Decker Inc., Toronto, Philadelphia.
- Stemple, J. (1992): Voice Disorders in Adults. U: Leahy, M.M.: *Disorders of Communication, The Science of Intervention*. Whurr Publishers Ltd, London and New Jersey, 248 – 285.
- Škarić, I. i SURADNICI (1988): Govorne poteškoće i njihovo uklanjanje. *Mladost*, Zagreb.
- Škarić, I. (1991): Fonetika hrvatskog književnog jezika. U: *Povijesni pregled, glasovi i oblici hrvatskog književnog jezika*, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti i "Globus" nakladni zavod, Zagreb, 61 – 372.
- Škarić, I. i Varošaneć-Škarić, G. (1995): Usporedba glasova spektra gluhih, nagluhih i dobročujućih osoba (pilot istraživanje). *SUVAG*, 8,1, 1-12.
- Škarić, I. i Varošaneć-Škarić, G. (1998): Comparison of spectra of the congenitally deaf, hard-of-hearing and voices of the well hearing persons. In Ph. Dejonckere and H.
- Titze, I.R. (1995): Singing: A story of training entrained oscillators. *J. Acoust. Soc. Am.* 97 (1), January, 704.
- Van den Berg, J., Zantema, T., Doornenbal, P. JR. (1957): On the air resistance and the Bernoulli effect of the human larynx. *Journal of Acoustical Society of America*, Vol. 29, 626-631.
- White, J.P., Diggory, E. (1994): Assessment of the Singing Voice. U: Benninger, M.S., Jacobson, B.H., Jonson, A.F.: *Vocal Arts Medicine, The Care and Prevention of Professional Voice Disorders*. Thieme Medical Publishers, Inc., New York, 112-134.
- Whitehead, R.L. (1987): Fundamental Vocal Frequency Characteristics of Hearing – Impaired Young Adults. *The Volta Review*, Vol. 89, 7 – 15.
- Wirz, S. (1986): The voice of the deaf. U: Fewcus, M.: *Voice disorders and their management*, Croom Helm, London, Sydney, Dover, New Hampshire, 240-259.
- Wyke, B. (1983): Neuromuscular Control Systems in Voice Productions. U: Bless, D.M., Abbs, J.H.: *Vocal Fold*

Physiology: Contemporary Research and Clinical Issues. College-Hill Press, San Diego, California, 71-76.

Van Tassel, D.J. (1980): Perception of second formant transitions by hearing-impaired persons. *Ear Hearing*. 1.130-136.

Varošanec-Škarić, G. (2005): *Timbar*. Zagreb: FF press, str. 154-159.

Sound characteristics of persons with impaired hearing

Abstract

The research is directed toward examination of the characteristics of sounds /i/ and /e/ at children with impaired hearing. The children to be studied in the research were 12 children of both sexes from ages 6 to 11 with average or above average intelligence, with a hearing loss/damage level of 40 to 90dB and without damage to the vocal tract. The control group consisted of 11 children of similar ages and sex distribution with normal hearing abilities and average or above average intelligence and with no damage to the vocal tract. The research showed that there are differences in the basic characteristics of the sound /i/ and /e/ between children with impaired hearing and children with normal hearing. Further, the study showed there are differences between the two groups within the entire spectrum of applicable variables for the sounds /i/ and /e/. The major problem for children with impaired hearing is in control of auditory, respiratory and laryngeal levels during vocalization. The basic characteristic disturbances among children with impaired hearing noted in this research are: excessive inhalation, the lack of variations in and high oscillation in frequencies.

Key words: *impaired hearing, sound, and vocalization.*