

USPOREDBA VREMENA UKLJUČENJA GLASA U GOVORU TEŠKO NAGLUHIH, GLUHIH I ČUJUĆIH ISPITANIKA

LUKA BONETTI¹, ANA BONETTI², MAJA PAVIĆ³

1. Odsjek za oštećenja sluha, Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
2. Odsjek za logopediju, Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
3. Zagreb

Primljeno: 27.05.2008.

Prihvaćeno: 15.10.2008.

Izvorni znanstveni rad

UDK: 376.33

Sažetak: Cilj ovog rada bio je akustički ispitati i usporediti razlike u prosječnim vrijednostima vremena uključenja glasa (VUG) između bezvučnih i zvučnih okluziva u govoru teško nagluhih, gluhih i čujućih ispitanika. Tri su grupe ispitanika čitale 30 jednosložnih i dvosložnih riječi. Svaki od šest okluziva hrvatskog standardnog govora nalazio se u inicijalnoj poziciji u pet riječi, uvijek ih je slijedio samoglasnik, a VUG je bio mjereno od početka otpuštanja okluzije do početka titranja glasnica (mogao je biti isključivo pozitivan).

U odnosu na čujuće, ispitanici s oštećenjem sluha imali su duži VUG zvučnih, a kraći bezvučnih okluziva, što je bilo više izraženo s povećanjem kategorije oštećenja. Takav je izgovor okluziva narušio vremensku separaciju bezvučnih i zvučnih okluziva u smislu da se razlika u VUG između parova okluziva u skupini nagluhih ispitanika smanjila, a u skupini gluhih ispitanika svela na minimum ili čak postala negativna. Drugim riječima, nagluhi ispitanici u prosjeku su uspjeli razlikovati bezvučne i zvučne okluzive, dok gluhi ispitanici to nisu uspjeli, ostvarivši izrazito male ili čak negativne prosječne razlike u VUG između parova bezvučnih i zvučnih okluziva. Razlike u prosječnom VUG između bezvučnih i zvučnih parova okluziva bile su statistički značajne i između čujućih i slušno oštećenih ispitanika, i između teško nagluhih i gluhih ispitanika, te značajno povezane sa stupnjem oštećenja sluha.

Cljučne riječi: vrijeme uključenja glasa, teška naglušost, gluhoća.

UVOD

Obilježje zvučnosti/bezvučnosti suglasnika čini jednu od najvažnijih razlika među fonemima. Temeljni generator te razlike je prisutnost, odnosno izostanak grkljanske aktivnosti (Warren i Hall, 1973; prema Grigos, Saxman i Gordon, 2005), no ona također uključuje suptilnu usklađenost aktivnosti glasiljki s pokretima artikulatora (Gracco i Löfqvist, 1994). Tako razlika između bezvučnih i zvučnih okluziva proizlazi iz preciznog variranja trajanja onog intervala u govornom signalu, koji nastupa nakon okluzije, i vibracije glasiljki. Ovaj se fenomen vremenske koordinacije produkcije govornog signala naziva vremenom uključenja glasa (VUG). Vrijeme uključenja glasa se odnosi na „...dio trajanja okluziva od eksplozije (otva-

ranja pregrade) do (ponovnog) početka foniranja sljedećeg vokala.“ (Bakran, 1996; str. 264).

Da je VUG važna unutarnja razlikovna osobina zatvornih suglasnika pokazuju njegove prosječne vrijednosti mjerene ispred samoglasnika (Škarić, 1991): u standardnom hrvatskom govoru u zvučnih okluziva ono iznosi +12 ms, a u bezvučnih +18 ms (istu prosječnu razliku navodi i Bakran, 1996), dok se obzirom na izgovorno mjesto produžuje, kako se ono pomiče prema natrag (za dvousnjeni /p/ prosječno je 15 ms, za vrhjezični /t/ 19 ms, a mekonepčani /k/ 25 ms). U nekim drugim fonološkim sustavima, na primjer u engleskom, VUG je još izraženiji i od vrijednosti u standardnom hrvatskom govoru može biti duži i do 30% (Horga, 2000).

Korespondencija: Dr.sc. Luka Bonetti, Odsjek za oštećenja sluha, Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Znanstveno-učilišni kampus Borongaj, Borongajska cesta 83f, 10 000 Zagreb. E-mail: lukab@erf.hr

Vremenska razlika u VUG-u reflektira način produkcije kontrasta između zvučnih i bezvučnih okluziva i predstavlja informaciju o stupnju i načinu fonacijsko-artikulacijske koordinacije. Budući da ga je relativno jednostavno izmjeriti spektrogramskom analizom govornog signala, on se pokazuje kao vrlo praktični parametar koji "... sumira vrlo kompleksan i vrlo važan aspekt artikulacijsko-laringalne koordinacije." (Baken i Orlikoff, 2000, str. 274).

VUG je često bio promatran u ispitivanjima obilježja govora osoba s oštećenjem sluha, dijelom radi tradicionalno problematičnog usvajanja kontrasta zvučno/bezvučno u populaciji teško nagluhih i gluhih osoba, dijelom radi općenitog ispitivanja uloge auditivne povratne sprege na učenje i/ili očuvanje produkcije kontrasta zvučno/bezvučno (pregled u Lane i Perkell, 2005), ali i radi ispitivanja povezanosti produkcije kontrasta zvučno/bezvučno i razumljivosti govora (Brown i Goldberg, 1990; Metz i sur., 1990; Metz i sur., 1985; Mosen, 1978).

Pogreške u izgovoru zvučnih okluziva kod gluhih ispitanika povezivane su s lošom motoričkom kontrolom grkljana i odstupanjima u formiranom fonemskom sustavu (Mahshie i Contrue, 1983). Utvrđeno smanjenje razlike u VUG-u između bezvučnih i zvučnih okluziva (Brown i Goldberg, 1990; Mosen, 1976a) smatrano je posljedicom teškoća u koordinaciji grkljanske i oralne aktivnosti, u skladu s općom teorijom nedostatne kontrole tempiranja aktivnosti kroz različite razine govorne produkcije kod teško nagluhih i gluhih osoba (Leeper, Perez i Mencke, 1987; Mosen, 1976a; Mosen, 1976b).

S druge strane, neka istraživanja nisu potvrdila da osobe s oštećenjem sluha okluzive izgovaraju značajno drugačije od standarda. Gilbert i Campbell (1978) utvrdili su vrlo slične izgovorne obrasce za okluzive kod 9 ispitanika s oštećenjem sluha u rasponu od blage naglušnosti do gluhoće i čujućih ispitanika (duži VUG za bezvučne okluzive, nego za njihove zvučne parove i duži VUG kako se mjesto artikulacije pomicalo prema nazad u usnoj šupljini). VUG je u prosjeku kod slušno oštećenih ispitanika bio nešto kraći, nego u čujućih ispitanika, što je objašnjeno biomehanič-

kim odgovorom grkljana na smanjen intraoralni pritisak tijekom produkcije okluziva. Ryalls i Larouche (1992) usporedili su VUG u govoru blago do umjereno nagluhe djece i čujuće djece i također ustanovili da između tri promatrane skupine djece nije bilo značajne razlike.

Budući da je u spomenutim istraživanjima ispitan izgovor okluziva osoba s prelingvalnim oštećenjem sluha različitog stupnja (kategorija), moguće je pretpostaviti da je spomenuto statistički značajno smanjenje VUG-a, koje je razlogom slabog razlikovanja zvučnih i bezvučnih parova okluziva, u izvjesnoj mjeri povezano sa stupnjem oštećenja sluha. Na to ukazuje činjenica da skraćivanje VUG-a između parova okluziva podjednako obilježava govor i prelingvalno i postlingvalno gluhih govornika (Lane i Perkell, 2005), kao i istraživanje Lanea i sur. (1994), u kojem su kratkotrajne promjene u auditivnoj povratnoj sprezi kod odraslih postlingvalno gluhih ispitanika (usporedba izgovora bez slušnog pomagala i sa slušnim pomagalom) bile povezane s boljim međusobnim razlikovanjem parova okluziva.

Ovaj rad usmjeren je upravo na ispitivanje odnosa stupnja oštećenja sluha i vremenske koordinacije fonacije i artikulacije. U tri skupine ispitanika s različitim auditivnim sposobnostima promatran je prosječni VUG kao pokazatelj fonacijsko-artikulacijske koordinacije. VUG je najprije mjeren za pojedine okluzive standardnog hrvatskog govora, potom je izračunat odnos VUG-a u parovima okluziva, a utjecaj stupnja oštećenja sluha na produkciju razlikovnog obilježja zvučnost/bezvučnost ispitan je usporedbom prosječnih razlika VUG-a u parovima okluziva između tri formirane skupine ispitanika.

CILJ I HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA

Cilj istraživanja bio je akustički izmjeriti te usporediti odnos prosječnih vrijednosti VUG-a kod bezvučnih i zvučnih parova okluziva u govoru teško nagluhih, gluhih i čujućih ispitanika. Svrha realizacije cilja bila je steći uvid u odnos auditivnih sposobnosti i produkcije razlike zvučno/bezvučno kod izgovora okluziva. Realizacija cilja istraživanja obuhvatila je: a) mjerenje prosječnog VUG-a šest okluziva standardnog hrvat-

skog govora u sve tri skupine ispitanika, b) mjerenje razlika u prosječnom VUG-u između parova bezvučnih i zvučnih okluziva u svakom od tri uzorka ispitanika, c) usporedbu razlika u prosječnom VUG-u između parova bezvučnih i zvučnih okluziva kod čujućih i slušno oštećenih

ispitanika, d) usporedbu razlika u prosječnom VUG-u između parova bezvučnih i zvučnih okluziva kod teško naglušnih i gluhih ispitanika i e) ispitivanje povezanosti stupnja oštećenja sluha i dobivenih razlika u prosječnom VUG-u između parova bezvučnih i zvučnih okluziva.

Tablica 1. Osnovni podaci o uzorku ispitanika s oštećenjem sluha.

Ispitanik	Dob*	Stupanj oštećenja sluha (dB)	Dob dodjele slušnog pomagala*	Dnevna uporaba slušnog pomagala**	Način edukacije***	Preferirani vid komunikacije****
1	19	92	3	4	1	1
2	21	100	5	4	2	2
3	20	110	4	3	1	2
4	20	102	3	4	1	1
5	19	65	6	4	2	1
6	20	103	4	3	1	2
7	19	112	6	2	2	2
8	21	108	5	2	1	2
9	22	75	4	4	1	1
10	20	120	3	1	1	1
11	19	98	7	1	2	2
12	17	92	2	4	1	1
13	19	67	6	1	2	2
14	20	110	3	1	1	2
15	16	98	4	4	2	2
16	18	112	3	4	1	2
17	19	107	4	1	2	2
18	21	70	10	1	1	1
19	18	61	14	4	1	1
20	17	98	3	4	1	2
21	17	87	6	4	2	1
22	18	90	3	1	2	2
23	19	115	3	3	1	1
24	19	70	6	3	1	1
25	17	115	3	1	2	2
26	19	100	3	2	1	1
27	16	109	6	1	2	2
28	16	106	3	2	2	2
29	18	92	7	1	2	2

*u godinama;

**1=ne upotrebljavam, 2=manji dio dana, 3=veći dio dana, 4=cijeli dan;

***1=oralna komunikacija, 2=totalna komunikacija;

****1= govor, 2=znakovni jezik.

Realizacija cilja krenula je od pretpostavke da *preciznost vremenskog usklađivanja aktivnosti fonatora i artikulatora ovisi o preostalim auditivnim sposobnostima (H1)*. Budući da to podrazumijeva prisutnost razlika u produkciji VUG-a između čujućih i slušno oštećenih ispitanika, postavljena je podhipoteza da *su razlike u VUG-u između bezvučnih i zvučnih parova okluziva veće u čujućih ispitanika, nego u ispitanika s oštećenjem sluha (H1.1)*. Kako bi se ispitala povezanost oštećenja sluha i produkcije VUG na općoj razini, postavljena je podhipoteza da *su razlike u VUG-u između bezvučnih i zvučnih parova okluziva veće u teško naglušnih osoba, nego u gluhih osoba (H1.2)*. Konačno, kako bi se ispitalo je li povezanost stupnja oštećenja sluha i produkcije VUG-a linearne prirode, odnosno razlike u VUG-u među govornicima unutar iste kategorije oštećenja, postavljena je podhipoteza da *su razlike u VUG-u između bezvučnih i zvučnih parova okluziva tim manje, što je stupanj oštećenja sluha veći (H1.3)*.

METODE ISTRAŽIVANJA

Uzorak ispitanika

Osnovni podaci za ispitanike s oštećenjem sluha prikazani su u tablici 1. Uzorak je činilo 29 ispitanika oba spola (18 muškog i 11 ženskog), kod kojih nisu postojala nikakva druga odstupanja u razvoju osim oštećenja sluha. Raspon dobi u tom uzorku kretao se od 16 do 22 godine, s prosjekom od 18,8 godina. Stupanj oštećenja sluha na boljem uhu kretao se u rasponu od 61 dB do 120 dB, s prosjekom od 96 dB. Prema audiološkoj klasifikaciji (Pansini, 1991), oštećenje sluha sedam ispitanika nalazilo se u kategoriji teške naglušnosti, a ostalih ispitanika u kategoriji gluhoće. Oštećenje sluha svih ispitanika bilo je prelingvalno i svima je dodijeljeno slušno pomagalo - prosječno u dobi od 4,7 godina. Deset ispitanika izjasnilo se da više ne nosi dodijeljeno slušno pomagalo te ga za vrijeme provođenja ispitivanja nisu niti koristili. Ostalih je 19 ispitanika pri ispitivanju koristilo svoja slušna pomagala. Od toga se 11 ispitanika izjasnilo da pomagalo koriste cijeli dan, 4 da ga koriste veći dio dana, a isto toliko da ga koriste samo manji dio dana.

Uzorak čujućih ispitanika bio je prigodni, sastavljen od studenata (N=12) i studentica (N=14) Edukacijsko-rehabilitacijskog fakulteta, Hrvatskih studija i Fakulteta prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu. Prosječna dob uzorka bila je 21,07 godina (od 20 do 23 godine). Kod svih je čujućih ispitanika izvršena logopedska provjera govora kojom je isključena prisutnost izgovornih poremećaja i vidljivih odstupanja u građi i funkciji govornih organa.

Mjerni instrumenti i varijable

VUG je mjereno čitanju liste od 30 jednosložnih i dvosložnih riječi. Izoliranim riječima dana je prednost pred rečenicama radi mogućeg utjecaja fonološkog i prozodijskog konteksta na izgovor okluziva (Monsen, 1978). Okluzivi su se uvijek nalazili u inicijalnoj poziciji, a slijedili su ih samoglasnici. Kako bi se dobio izgovorni prosjek za pojedinog ispitanika, svaki od okluziva bio je promatran u pet riječi (u kombinaciji sa svakim samoglasnikom).

Varijable istraživanja bile su sljedeće:

- 1) Prosječan VUG za okluziv /p/ (VUG /p/).
- 2) Prosječan VUG za okluziv /b/ (VUG /b/).
- 3) Prosječan VUG za okluziv /t/ (VUG /t/).
- 4) Prosječan VUG za okluziv /d/ (VUG /d/).
- 5) Prosječan VUG za okluziv /k/ (VUG /k/).
- 6) Prosječan VUG za okluziv /g/ (VUG /g/).
- 7) Razlika u prosječnom VUG-u između okluziva /p/ i /b/ (VUG /p/- /b/).
- 8) Razlika u prosječnom VUG-u između okluziva /t/ i /d/ (VUG /t/- /d/).
- 9) Razlika u prosječnom VUG-u između okluziva /k/ i /g/ (VUG /k/- /g/).
- 10) Stupanj oštećenja sluha (SOS).

Način provođenja ispitivanja

Ispitanici s oštećenjem sluha snimljeni su u Kabinetu za oštećenja sluha Savjetovaništa Edukacijsko-rehabilitacijskog fakulteta - tihoj prostoriji koja nije izložena značajnoj vanjskoj buci (smještena je na dvorišnoj strani zgrade), niti buci iz unutrašnjosti zgrade (od hodnika je

odvojena preprostorom) ili izvoru buke u njezinoj unutrašnjosti (računalo ili neki drugi uređaji). Čujući su ispitanici snimani u prostoriji Odsjeka za oštećenja sluha na Edukacijsko-rehabilitacijskom fakultetu, u gotovo istim uvjetima.

Snimanja su vršena pojedinačno, slučajnim redoslijedom. Čitanju se pristupilo nakon kratkog objašnjenja procedure ispitivanja (prema potrebi i znakovnim jezikom). Lista riječi, ispisana na papiru veličine A4, font Times New Roman, velikim štampanim slovima veličine 14, svakom je ispitaniku dana na uvid te je osigurano vrijeme za uvježbavanje čitanja. Čitanje nije bilo vremenski ograničeno, ali je bilo dopušteno ponavljanje kako bi snimke sadržavale najbolje pokušaje izgovora zadanih riječi. Ispitanici su za vrijeme čitanja ispitnog materijala sjedili za radnim stolom. Nakon što je ispitanik zauzeo položaj, elektrokondenzatorski kardiodidni mikrofoni, spojen s prijenosnim mini-disk snimačem Sony MZ-R70, postavljen je na 20 cm od njegovih usta, a ispitanik je položaj trebao zadržati do kraja čitanja svih riječi.

Metode obrade podataka

Radi digitalne obrade, snimke su prebačene na tvrdi disk računala (AMD Duron, 851 MHz, 256 MB RAM, Legacy Audio Drivers, Standard system devices, VIA AC 97 Audio Controller WDM) pomoću uređaja Sony Minidisc Deck MDS-JE470. Zatim su, pomoću programa Adobe Audition 1.5., snimke uređene za akustičku analizu te analizirane programom Praat, ver. 4.3.21.

VUG je mjereno iz oscilograma i spektrograma (Baken i Orlikoff, 2000). Za svaki okluziv po pet puta očitano vrijeme između početka oslobađanja zračnog pritiska i prvog titraja samoglasnika koji ga je slijedio (u milisekundama). Zatim je izračunat prosjek pet mjerenja za svaki okluziv te je, kao indikacija međusobne vremenske separacije, prosječan VUG u zvučnim okluzivima oduzet je od prosječnog VUG-a u njihovim bezvučnim parovima.

Budući da nije bilo pokušaja mjerenja titranja glasnica za trajanja okluzije, očitane vrijednosti VUG-a bile su uvijek pozitivne. Opisana analiza izgovora nije bila u potpunosti moguća kod četiri

ispitanika s oštećenjem sluha zbog omisije ili vrlo distorziranog izgovora. Stoga kod dva ispitanika nije izračunata razlika u VUG-u za par /t-/d/, a kod dva za parove /t-/d/ i /k-/g/.

Stupanj oštećenja sluha dobiven je iz recentnih audiograma kao prosjek pragova čujnosti na frekvencijama od 500, 1000 i 2000 Hz (Radovančić, 1995; Gortan, 1995; Pansini, 1991).

Dobivene prosječne razlike u VUG-u između bezvučnih i zvučnih parova okluziva u formiranim su uzorcima statistički analizirane deskriptivno i testirane t-testom.

REZULTATI I RASPRAVA

Osnovni statistički parametri za sve tri promatrane skupine ispitanika prikazani su u tablici 2.

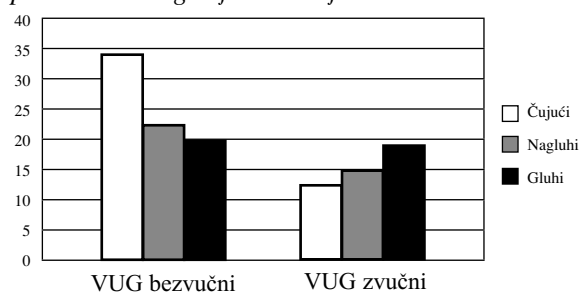
Kod čujućih ispitanika prisutna su oba opća obilježja VUG-a: on se produžuje pomicanjem izgovornog mjesta prema natrag i duži je za bezvučne, nego za zvučne okluzive. Prema Škarić (1991), VUG zvučnih okluziva standardnog hrvatskog govora prosječno iznosi oko 12 ms, a bezvučnih oko 18 ms. Ovdje izmjeren prosječni VUG za zvučne okluzive od 12.44 ms poklapa se s tim podatkom. No, za bezvučne okluzive izmjeren je prosječan VUG od 33.85 ms, koji je za oko 9 ms duži od onog koji navodi Škarić (1991). Također, Škarić (1991) spominje podjednak porast prosječnog VUG-a kod bezvučnih okluziva s pomicanjem izgovornog mjesta prema natrag od 4-5 ms, ali ovdje dobiveni podaci znatno odstupaju od tog obrasca: prosječna razlika u VUG-u između /p/ i /t/ iznosila je 2.17 ms, a između /t/ i /k/ čak 30.53 ms. Očekivano, najveća prosječna razlika bila je prisutna kod para mekonepčanih okluziva /k/ i /g/. Međutim, prosječna razlika između dvousnenih okluziva /p/ i /b/ neočekivano je bila veća za 1.56 milisekundi, nego razlika između zubnih okluziva /t/ i /d/. Rezultati čujućih ispitanika donekle su drugačiji od onih koji se spominju u literaturi, ali može se pretpostaviti da bi bili u većem slaganju da je ispitanik izgovor većeg broja čujućih osoba.

Kod obje skupine ispitanika s oštećenjem sluha također su bila prisutna opća obilježja izgovora okluziva obzirom na izgovorno mjesto i obilježje zvučnost/bezvučnost - kod naglušnih ispita-

Tablica 2. Osnovni statistički parametri za varijable koje opisuju VUG kod pojedinih okluziva i varijable koje opisuju razliku u VUG-u između parova bezvučnih i zvučnih okluziva za sve tri promatrane skupine ispitanika.

Grupa	Varijabla	N	Prosječna vrijednost (ms)	Minimalna vrijednost (ms)	Maksimalna vrijednost (ms)	Standardna devijacija (ms)
Nagluhi ispitanici	VUG /p/	7	14.77	9.78	19.59	3.93
	VUG /b/	7	10.93	4.83	17.07	4.04
	VUG /t/	7	18.54	15.81	23.63	2.79
	VUG /d/	7	14.41	7.41	22.86	4.75
	VUG /k/	7	34.53	22.74	51.49	9.28
	VUG /g/	7	19.56	6.97	23.93	5.80
	VUG /p/-/b/	7	4.24	1.03	9.67	3.17
	VUG /t/-/d/	7	4.12	.73	12.56	4.10
	VUG /k/-/g/	7	14.97	-.12	31.71	11.28
Gluhi ispitanici	VUG /p/	22	13.07	6.84	22.56	3.90
	VUG /b/	22	13.61	6.72	30.94	5.78
	VUG /t/	21	17.39	10.01	31.72	6.36
	VUG /d/	21	16.14	5.21	29.43	5.60
	VUG /k/	20	29.16	14.34	69.40	15.04
	VUG /g/	19	27.12	8.91	56.86	11.54
	VUG /p/-/b/	22	-.53	-19.26	9.02	5.59
	VUG /t/-/d/	20	.74	-3.73	7.55	3.10
	VUG /k/-/g/	18	2.62	-11.94	34.85	10.05
Čujući ispitanici	VUG /p/	26	22.18	12.90	39.50	6.34
	VUG /b/	26	8.83	5.26	15.14	2.49
	VUG /t/	26	24.35	17.38	45.28	6.83
	VUG /d/	26	12.57	7.15	20.41	3.56
	VUG /k/	26	55.03	36.11	76.41	10.21
	VUG /g/	26	15.92	8.16	29.10	4.48
	VUG /p/-/b/	26	13.35	5.13	34.24	6.91
	VUG /t/-/d/	26	11.79	3.27	26.43	5.89
	VUG /k/-/g/	26	38.93	18.93	66.12	11.97

nika pogotovo, ali i kod gluhih, kod kojih se, za razliku, može primijetiti mnogo veće sličnosti u trajanju VUG za bezvučne i zvučne okluzive (na primjer, glas /b/ u prosjeku je imao tek neznatno duži VUG od njegovog bezvučnog parnjaka). Zanimljivo je sljedeće obilježje izgovora osoba s oštećenjem sluha: u odnosu na čujuće govornike, u obje skupine ispitanika s oštećenjem sluha prosječan je VUG bio kraći za bezvučne okluzive, a duži za zvučne. Na grafikonu 1 vidljivo je da je taj trend bio izraženiji kod gluhih, nego kod

Grafikon 1. Smanjenje trajanja VUG kod bezvučnih i njegovo povećanje kod zvučnih okluziva porastom kategorije oštećenja sluha.

nagluhих ispitanika. U odnosu na čujuće ispitanike, VUG je za bezvučne okluzive prosječno bio 11,24 ms kraći kod nagluhих i 13,98 ms kraći kod gluhih ispitanika. Za zvučne okluzive, VUG je kod nagluhих ispitanika u prosjeku bio tek 2,53 ms kraći, nego u čujućoj skupini, a kod gluhih čak za 6,52 ms. Drugačije rečeno, nagluhi ispitanici u prosjeku su imali 33% kraći VUG za bezvučne i 20% duži VUG za zvučne okluzive, nego čujući ispitanici. Gluhi su ispitanici u prosjeku imali 41% kraći VUG za bezvučne i 52% duži VUG za zvučne okluzive, nego čujući ispitanici.

Obzirom da mjerenje VUG-a nije obuhvatilo titranje glasnica za vrijeme trajanja okluzije, njegove su vrijednosti mogle biti isključivo pozitivne. Prema tome, nagluhi ispitanici u prosjeku su uspješno razlikovali okluzive prema zvučnosti jer su prosječne razlike u VUG-u između bezvučnih i zvučnih parova okluziva u toj skupini bile pozitivne: između dvousnenih i zubnih okluziva podjednakih 4 milisekunde, a između mekonepčanih okluziva gotovo 15 milisekundi. Suprotno tome, gluhi ispitanici su između parova okluziva ostvarili vrlo male prosječne razlike u VUG-u (razlika između dvousnenih okluziva čak je negativna), što ukazuje da ih gotovo i nisu razlikovali. Prosječne razlike u VUG-u između parova okluziva kod nagluhих ispitanika bile su više od jedne, a kod gluhih ispitanika više od dvije standardne devijacije manje od prosjeka čujuće skupine, no maksimalni rezultati pokazuju da su pojedini nagluhi i gluhi govornici producirali standardne prosječne razlike između bezvučnih i zvučnih okluziva. Ipak, standardne devijacije upućuju da se samo rezultati nagluhих ispitanika djelomično preklapaju s rezultatima čujuće skupine, dok to nije bio slučaj za skupinu gluhih ispitanika, koji su u razlikovanju okluziva griješili u puno većoj mjeri.

Deskriptivna analiza djelomično se slaže s onom koju su iznijeli Gilbert i Campbell (1978): oni su također izmjerili kraći VUG za ispitanike s oštećenjem sluha, ali nisu utvrdili da je on bio gotovo podjednak za bezvučne i zvučne parove okluziva. Takav rezultat, međutim, navodi Monsen (1976a). Dobiveni rasponi VUG-a slažu se s onima u još tri ranija istraživanja: Monsena (1978) te Metza i sur. (1990; 1985), u kojima je utvrđeno da se prosječne razlike u VUG-u

između parova bezvučnih i zvučnih okluziva kreću od izrazito negativnih do izrazito pozitivnih vrijednosti. Čini se, stoga, da je opravdano očekivati velike varijacije u tvorbi razlike između bezvučnih i zvučnih okluziva kod ispitanika s oštećenjem sluha. Što te razlike čini, odnosno je li za njih odgovoran preostali sluh (stupanj oštećenja sluha)? Jesu li ekstremni negativni rezultati povezani sa sve većim stupnjem oštećenja sluha i jesu li pojedini govornici s oštećenjem sluha, čiji su rezultati standardni, atipični govornici obzirom na svoj stupanj oštećenja sluha?

Tablica 3. Rezultati t-testa kojim su testirane značajnosti razlika u rezultatima između čujućih i slušno oštećenih ispitanika.

	t	df	p
VUG_p/ -/b/	7.61450	53	.000000
VUG_t/ -/d/	7.60094	51	.000000
VUG_k/ -/g/	9.93115	49	.000000

Tablica 3. prikazuje testiranje značajnosti razlika u rezultatima skupine slušno oštećenih i čujućih ispitanika. Prosječne razlike u VUG-u između bezvučnih i zvučnih parova okluziva u govoru ispitanika s oštećenjem sluha i čujućih ispitanika bile su statistički značajne na zadanoj razini značajnosti ($p < .05$). Prema tome, ispitanice osobe s oštećenjem sluha između zvučnih i bezvučnih okluziva nisu producirale standardnu razliku, što znači da oštećenje sluha općenito negativno utječe na diferencijaciju parova okluziva.

Tablica 4. Rezultati t-testa kojim su testirane značajnosti razlika u rezultatima skupine nagluhих i gluhih ispitanika.

	t	df	p
VUG_p/ -/b/	2.135374	27	.041955
VUG_t/ -/d/	2.295032	25	.030399
VUG_k/ -/g/	2.669772	23	.013684

Tablica 4. prikazuje testiranje značajnosti razlika između skupine nagluhих i gluhih ispitanika. Prosječne razlike u VUG-u između bezvučnih i zvučnih okluziva ponovno su bile statistički značajne (razina značajnosti od $p < .05$). Diferencijacija

Tablica 5. *Korelacija stupnja oštećenja sluha i prosječne razlike u VUG između tri para bezvučnih i zvučnih okluziva. Sve korelacije su značajne na razini od $p < .05$.*

	Stupanj oštećenja sluha
VUG_/p/ -/b/ (N = 29)	-.55
VUG_/t/ -/d/ (N = 27)	-.56
VUG_/k/ -/g/ (N = 25)	-.57

parova okluziva općenito je bila pod utjecajem prosječnog praga čujnosti u užem području govornih frekvencija. Nagluhi ispitanici bolje su diferencirali parove okluziva, nego gluhi ispitanici.

Kako bi se objasnila priroda dobivenih statistički značajnih razlika između dvije kategorije oštećenja sluha, a i stoga što su uspoređivane kategorije oštećenja sluha uključivale velike raspone između svojih donjih i gornjih granica, učinjena je bivarijatna analiza. Rezultati ispitivanja korelacije između stupnja oštećenja sluha i prosječne razlike u VUG-u između bezvučnih i zvučnih okluziva prikazani su u tablici 5. Stupanj oštećenja sluha bio je značajno povezan s razlikom u VUG-u kod sva tri para bezvučnih i zvučnih okluziva na razini značajnosti od $p < .05$, a sve utvrđene korelacije bile su negativne. To pokazuje da su diferencijacija okluziva i stupanj oštećenja sluha bili obrnuto proporcionalni: što je stupanj oštećenja sluha bio veći, to je prosječna razlika u VUG-u između parova bezvučnih i zvučnih okluziva bila manja. Čini se da diferencijacija okluziva ovisi o stupnju oštećenja sluha na sljedeći način: porastom stupnja oštećenja sluha, VUG između bezvučnih i zvučnih okluziva se izjednačuje ili čak postaje negativan, čemu podjednako doprinosi i produženje VUG-a kod zvučnih, i njegovo skraćivanje kod bezvučnih okluziva.

Izloženi rezultati pokazuju da su razlike u VUG-u između bezvučnih i zvučnih parova oklu-

ziva veće kod čujućih ispitanika, nego kod ispitanika s oštećenjem sluha, čime je potvrđena prva podteza istraživanja (**H1.1**). Rezultati su također pokazali da su razlike u VUG-u između bezvučnih i zvučnih parova okluziva veće u teško naglušnih osoba, nego u gluhih osoba, te da su one tim manje, što je stupanj oštećenja sluha veći, čime su potvrđene druga i treća podteza istraživanja (**H1.2** i **H1.3**). Prema tome, opća pretpostavka istraživanja da preciznost vremenskog uskladjivanja aktivnosti fonatora i artikulatora ovisi o preostalim auditivnim sposobnostima (**H1**) može se prihvatiti.

Potrebno je napomenuti da u ovom istraživanju VUG nije mjeren u međusamoglasničkom kontekstu, međukonsonantskom kontekstu ili u riječima kada okluziv sijedi sonant ili drugi okluziv. Budući da kontekst (naglasak) mijenja vremenske odnose između okluziva (Gilbert i Campbell, 1978), tek bi podaci o svim navedenim izgovornim situacijama te njihovim odnosima sa stupnjem oštećenja sluha pružili cjelovitu usporedbu vremenskih obilježja izgovora okluziva slušno oštećenih i čujućih osoba.

ZAKLJUČAK

Prema rezultatima istraživanja, oštećenje sluha mijenja fonacijsko-artikulacijske odnose utjecajem na vremenske aspekte produkcije svih okluziva. Čini se da je taj utjecaj obrnuto proporcionalan njihovom vremenskom izgovornom standardu te da magnitudom prati prosječno auditivno ograničenje u užem području govornih frekvencija. Rezultati također ukazuju da se pojedinačni slučajevi ne moraju nužno uklapati u spomenuti opći trend, što pak indicira da standardan izgovor okluziva kod osoba s teškim oštećenjima sluha može biti pod utjecajem i nekih drugih faktora (na primjer konfiguracije oštećenja).

LITERATURA

- 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. *IBIS*. Zagreb.
- Brown, W. S. Jr., Goldberg, D. M. (1990). An Acoustic Study of the Intelligible Utterances of Hearing-Impaired Speakers. *Folia Phoniatica*, 42, 230-238.
- Gilbert, H. R., Campbell, M. I. (1978). Voice Onset Time in the Speech of Hearing-Impaired Individuals. *Folia Phoniatica*, 30, 67-81.
- Gortan, D. (1995). *Audiologija*. Savez organizacija osoba oštećena sluha Hrvatske.
- Gracco, V. L., Löfqvist, A. (1994). Speech motor organization and control: Evidence from lip, jaw, and laryngeal interactions. *Journal of Neuroscience*, 14, 6585-6597.
- Grigos, M. I., Saxman, J. H., Gordon, A. M. (2005). Speech Motor Development During Acquisition of the Voicing Contrast. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 48, 4, 739-752.
- Horga, D. (2000). Engleski aspirirani zatvornici u dodiru s hrvatskim. *Strani jezici*. 29, 3, 129-142.
- Lane, H. i Perkell, S. (2005). Control of Voice-Onset Time in the Absence of Hearing: A Review. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*; Vol. 48; 1334-1343.
- Leeper, H. A., Perez, D. M., Mencke, E. O. (1987). Influence of utterance length upon temporal measures of syllable production by selected hearing-impaired children. *Folia Phoniatr*, 39, 230-243.
- Lane, H., Wozniak, J. i Perkell, J. (1994). Changes in voice-onset time in speakers with cochlear implants. *Journal of the Acoustical Society of America*, 96, 56-64.
- Mahshie, J. J., Conture, E. G. (1983). Deaf speakers' laryngeal behaviour. *Journal of Speech and Hearing Research*. 26, 550-559.
- 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.
- Monsen, R. B. (1978). Toward Measuring How Well Hearing-Impaired Children Speak. *Journal of Speech and Hearing Research*, 21, 2, 286-296.
- Monsen, R. B. (1976a). The productions of English stop consonants in speech of deaf children. *Journal of Phonetics*. 4, 29-41.
- Pansini, M. (1991). Ispitivanje sluha. U: Padovan, I., Kosoković, F., Pansini, M., Poljak, Ž.: *Otorinolaringologija*, 30-44. Školska knjiga, Zagreb.
- Radovančić, B. (1995). *Osnove rehabilitacije slušanja i govora*. Zagreb. Fakultet za defektologiju sveučilišta u Zagrebu.
- 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.

THE COMPARISON OF VOICE-ONSET-TIME IN THE SPEECH OF HARD-OF-HEARING, DEAF AND HEARING SUBJECTS

Abstract: *The aim of this research was to acoustically examine and compare differences in average voice-onset-time (VOT) between voiceless and voiced pairs of stop consonants in the speech of hard-of-hearing, deaf and hearing subjects. The subjects read a list of 30 monosyllabic and bisyllabic words. Each of 6 stops was represented in five words in initial position, and was followed by vowel. The obtained VOT measures addressed the period between the release of the closure and the first period of the following vowel, and were therefore strictly positive. Compared to hearing subjects, hearing impaired subjects demonstrated longer VOT for voiced and shorter VOT for voiceless stops, which was more prominent for more severe category of the impairment. Such pronunciation affected the time separation of voiceless and voiced pairs of stops in the following manner: the difference in VOT between pairs diminished in the group of hard-of-hearing subjects, and became minimal or even negative in the group of deaf subjects. In other words, hard-of-hearing subjects in average did manage to distinguish voiceless and voiced stops, while deaf subject did not, because they demonstrated extremely small or even negative differences in average VOT between voiceless and voiced pairs of stops. The differences in average VOT between voiceless and voiced pairs of stops were significantly smaller in hearing impaired subjects, when compared to hearing subjects, as well in deaf subjects, when compared to hard-of-hearing subjects. There was also a significant negative correlation between degree of hearing loss and average differences in VOT between pairs of voiceless and voiced stops.*

Key words: *voice-onset-time, hard-of-hearing, deaf*