

AKUSTIČKA I PERCEPTIVNA ANALIZA EZOFAGEALNOG I TRAHEOEZOFAGEALNOG GLASA¹

Ivana ŠEHOVIĆ²

Mirjana PETROVIĆ LAZIĆ

Nadica JOVANOVIĆ SIMIĆ

Univerzitet u Beogradu

Fakultet za specijalnu edukaciju i rehabilitaciju

Totalna laringektomija je radikalni operativni zahvat pri kojem se kompletno odstranjuje larinks. Svaka vrsta hirurškog tretmana ima uticaj na kvalitet glasa i razumljivost govora. Međutim, veoma je važno saznanje da su metode usvajanja govora, i ezofagealni i govor pomoću traheoezofagealne vokalne proteze, dostupne i primjenjive u cilju uspostavljanja funkcionalne komunikacije među laringektomiranim bolesnicima.

Cilj istraživanja je utvrđivanje povezanosti između akustičkih i perceptivnih karakteristika glasa i razumljivosti govora kod osoba koje koriste ezofagealni govor i osoba kojima je ugrađena traheoezofagealna vokalna proteza, kao i koja od navedenih karakteristika ima najveći uticaj na razumljivost govora kod ove dve grupe ispitanika.

U istraživanju je učestvovalo 85 laringektomiranih bolesnika, starosti od 48 do 85 godina. Akustičke karakteristike glasa su ispitane kompjuterskim programom za multidimenzionalnu analizu vokala model 4300 korporacije „Kay Elemetrics”. Perceptivne karakteristike glasa su analizirane GRBAS skalom. Kao instrument za procenu razumljivosti govora korišćen je balansirani tekst. Prilikom obrade podataka korišćene su: aritmetička sredina, standardna devijacija,

1 Rad je proistekao iz projekta „Evaluacija tretmana stečenih poremećaja govora i jezika”, ON 179068 (2011-2017), čiju realizaciju finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

2 E-mail: sehovicivana@gmail.com

frekvencije, procenti, jednofaktorska analiza varijanse, Pirsonov koeficijent korelacije, linearna regresiona analiza i koeficijent multiple korelacije.

Rezultati istraživanja pokazuju da doprinos objašnjenju ocene o razumljivosti govora daju parametri perceptivne analize govora. Najveći stepen varijanse u oceni razumljivosti govora objašnjava model sastavljen od skorova skale GRBAS, i to parametara R ($F=26,1$; $p=0,000$) (hrapavost u glasu), A ($F=26,1$; $p=0,001$) (slabost u glasu) i S ($F=18,33$; $p=0,000$) (napetost u glasu).

Ključne reči: ezofagealni glas, traheoezofagealni glas, razumljivost govora

UVOD

Jezik je nastao kao potreba čoveka za novim oblikom komunikacije. Interesovanje ljudi za fenomen ljudskog glasa i ispitivanja na tom polju datiraju još iz davnih vremena. Velike mogućnosti ljudskog glasa su, svakako, povezane sa izuzetno složenom i jedinstvenom građom glasnica kod čoveka.

Operativni zahvat uklanjanja larinksa dovodi do trajnog narušavanja komunikativnih sposobnosti kod pacijenta. Cilj vokalne rehabilitacije je poboljšanje socijalne i profesionalne adaptacije pacijenta, kao i ponovno uspostavljanje komunikacije uz očuvanu mogućnost disanja i gutanja (Bien et al., 2008). Rehabilitacija glasa i govora posle totalne laringektomije predstavlja složen proces, koji traje znatno duže od inicijalnog lečenja karcinoma, i proces koji uključuje različite profesije stručnjaka, odnosno koji zahteva multidisciplinarni pristup (Petrović-Lazić, Kosanović i Vasić, 2010).

Uzroci malignih bolesti do sada nisu precizno definisani. Može se govoriti samo o predisponirajućim faktorima. Po dosadašnjim istraživanjima o uzrocima nastanka malignih oboljenja, maligne bolesti nastaju kao rezultat interakcije genetskog faktora i faktora spoljašnje sredine. Epidemiološke studije ukazuju na jaku povezanost između pušenja i pojave prekanceroznih stanja i karcinoma larinksa (Brouha, Tromp, Hordijk, Winnubst & De Leeuw, 2005; Nešić, 2012). U centralnoj Srbiji 2009. godine maligni tumor larinksa je bio na šestom

mestu među vodećim uzrocima obolevanja od svih malignih tumora kod muškaraca (Nešić, 2012, prema Miljuš i Živković, 2007). Od karcinoma larinksa oboleva 8 do 10 puta više muškaraca nego žena i najčešće se bolest pojavljuje posle pedesete godine (Nešić, 2012).

Totalna laringektomija predstavlja radikalnu hiruršku zahvat pri kojem se kompletno odstranjuje larinks, prelarinģealna muskulatura i hioidna kost. Uklanjanje kompletnog laringealnog tkiva ima za posledicu odvajanje aerodigestivnog trakta i formiranje traheostome. Promene u gornjem respiratornom traktu se drastično odražavaju na respiraciju, fonaciju, kao i funkciju gutanja (Attieh, Searl, Shahaltough, Wreikat & Lundy, 2008; Blom, Singer & Hamaker, 1998; Lalwani, 2004; MacCallum, Cai, Zhou, Zhang & Jiang, 2009). Nakon operacije disanje je plitko, a vazduh koji se udahne je suv i hladan, nepročišćen, usled čega respiratorni sistem postaje izuzetno osetljiv na spoljne uticaje. Onemogućeno je normalno kondicioniranje i filtriranje vazduha koji se udiše, postoje smetnje gutanja, gubitak osećaja mirisa i ukusa (Brown, Hilgers, Irish & Balm, 2003; Kralj, Manestar i Sučić, 2004; Petrović-Lazić i Kulić, 2014).

Posle totalne laringektomije izvodi se traheotomija, hirurška intervencija kojom se pravi otvor na prednjem vratnom delu dušnika. Disanje se odvija preko traheostome u koju je ugrađena kanila, privremeno ili trajno, a gubitak govora zahteva terapijske postupke za postizanje alaringealnog glasa i govora. Novi izvor glasa (neoglotis) formira se na ulazu u jednjak i to od struktura gornjeg ezofagealnog sfinktera (Weissenbruch, 1996). Nakon totalne laringektomije pacijent nije u mogućnosti da komunicira. Promene u gornjem respiratornom traktu kod ovih pacijenata drastično se odražavaju na respiraciju i fonaciju i zahtevaju sprovođenje rehabilitacionog tretmana. Osnovne metode rehabilitacije glasa i govora posle totalne laringektomije su razvijanje veštine ezofagealnog govora i upotreba traheozofagealne vokalne proteze (Veselinović, Jovanović-Simić, Arbutina, Petrović-Lazić i Škrbić, 2012).

Za formiranje ezofagealnog glasa koristi se vazduh smešten u gornjoj trećini jednjaka. Prilikom usvajanja ezofagealnog govora najvažnije je funkcionalno osposobljavanje novog rezervoara vazduha i faringoezofagealnog segmenta. Novi rezervoar vazduha se formira u gornjem delu jednjaka i najnižim delovima hipofarinksa. Faringoezofagealni segment se formira u predelu ušća jednjaka. Zahvaljujući kontrakciji ezofagealnog sfinktera i abdominalne muskulature, vazduh smešten u jednjaku se prilikom ekspiracije oslobađa i dovodi do vibracija faringoezofagealnog segmenta i vokalne emisije (Globlek, Stajner-Katusic, Musura, Horga & Liker, 2004). Terapijskim postupcima koje sprovodi vokalni patolog potrebno je ostvariti novi energetski izvor, tj. funkcionalno osposobiti novi rezervoar vazduha i novi glotis. Najbolje je da se novi rezervoar vazduha (novi energetski izvor) formira u gornjem delu jednjaka i najnižim delovima hipofarinksa. Za razliku od pacijenata koji koriste traheozofagealne proteze i koji imaju dovoljan dotok vazduha, kod pacijenata koji koriste ezofagealni govor raspoloživa količina vazduha je ograničena, odnosno rezervoar vazduha je znatno manji od fiziološkog (Berg & Moolenaar-Bijl, 1959; Casper & Colton, 1993).

Govorna rehabilitacija pomoću traheozofagealne punkture predstavlja vid rehabilitacije koja se ostvaruje hirurškim putem sa ciljem da se poveže plućni rezervoar vazduha sa fonatornim i artikulatornim strukturama govora. Osnova traheozofagealnog govora je da vazduh iz dušnika tokom izdisaja ide u ždrelo kroz malu silikonsku protezu u otvoru. Glas se onda proizvodi vibracijom sluznice faringoezofagealnog segmenta, tj. obradom ovog zvuka u usnoj šupljini (McColl, 2006). Govor pomoću vokalne proteze je po tempu i fluentnoj artikulaciji skoro prirodan, ali je glas ipak izmenjen u odnosu na preoperativni, laringealni glas. U odnosu na karakteristike glasa, sličniji je ezofagealnom glasu najboljih govornika nego laringealnom glasu pre operacije. Nakon implantiranja proteze u vrlo kratkom periodu ostvaruje se zadovoljavajuća fluentnost govora, za razliku od ezofagealnog govora, gde je potrebno znatno duže uvežbavanje (Kralj i sar., 2004).

Cilj rada

Cilj istraživanja je da se utvrdi povezanost između akustičkih i perceptivnih karakteristika glasa i razumljivosti govora kod osoba koje koriste ezofagealni govor i osoba kojima je ugrađena traheoezofagealna vokalna proteza, kao i koja od navedenih karakteristika ima najveći uticaj na razumljivost govora kod ove dve grupe ispitanika.

METOD RADA

Uzorak

U istraživanju je učestvovalo 85 laringektomiranih bolesnika, oba pola, starosti od 48 do 85 godina, dok je prosečna starost iznosila 63 godine ($M=62,79\pm7,59$). Uzorak je podeljen na dve grupe: prvu grupu su činili ispitanici sa ezofagealnim govorom ($n=43$), a drugu ispitanici kojima je ugrađena traheoezofagealna vokalna proteza ($n=42$) (Tabela 1).

Tabela 1 – Struktura uzorka u odnosu na oblik alaringealnog govora, pol i starost ispitanika

	Pacijenti sa ezofagealnim govorom (n=43)	Pacijenti sa vokalnom protezom (n=42)	p	Svi ispitanici (n=85)
Pol				
muški	31 (72,10%)	38 (90,50%)	>0,05 ^a	69 (80,00%)
ženski	12 (27,90%)	4 (9,50%)		16 (20%)
Prosečna starost±SD, godine (min-max)	62,51±8,06 (50-85)	63,16±7,34 (48-77)	>0,05 ^b	62,79±7,59 (48-85)

^aχ² test; ^bJednofaktorska analiza varijanse (ANOVA)

Instrumenti i procedura istraživanja

Istraživanje je sprovedeno u KBC „Zvezdara”, Vojno-medicinskoj akademiji, Kliničkom centru Srbije, KBC „Dr Dragiša Mišović” Dedinje i Kliničkom centru Kragujevac. Analiza i obrada podataka obavljena je u KBC „Zvezdara”. U ovom istraživanju osnovni demografski podaci su prikupljeni putem upitnika.

Akustičke karakteristike glasa ispitane su kompjuterskim programom za multidimenzionalnu analizu vokala model 4300 korporacije „Kay Elemetrics”. Sony ECM-T150 mikrofon bio je postavljen na udaljenost od 5 cm od usta ispitanika. Signal je sniman direktno na kompjuter. Snimanje glasa i govora obavljeno je optimalnom visinom i jačinom glasa, u uslovima minimalne pozadinske buke. Svaki ispitanik ponavljao je produžen vokal /a/ u trajanju od nekoliko sekundi, a za analizu je uzeta srednja produkovana vrednost.

U ovom istraživanju od akustičkih parametara glasa i govora analizirani su: srednja vrednost osnovne frekvencije – F_0 /Hz/, parametar MPT – maksimalno vreme fonacije vokala /a/ i parametar WPM – dužina fraze merena brojem reči produkovanih u minuti. Maksimalno vreme fonacije (MPT) procenjuje se na osnovu produženog foniranja vokala /a/ (mereno u sekundama), posle maksimalnog udaha, optimalnom i spontanom visinom i jačinom glasa. Fluentnost govora (WPM) se procenjuje izračunavanjem broja izgovorenih reči (mereno u minuti), optimalnom visinom i jačinom glasa tokom čitanja standardnog teksta. Akustički parametri su obrađeni pomoću spektrograma, programa multidimenzionalne analize, „Kay Elemetrics” laboratorije za glas.

Perceptivne karakteristike glasa su analizirane GRBAS skalom. To je standardizovana skala za subjektivnu procenu kvaliteta glasa. Ova skala sadrži pet kvalitativnih parametara glasa: G – stepen promuklosti, R – hrapavost glasa koju čine nepravilni glotalni pulsevi iz šumne komponente u području niskih frekvencija, B – šumnost u glasu prouzrokovana

turbulencijama koje su nastale usled aperiodičnih vibracija, A – slabost glasa, odnosno auditivni utisak hipokinetičnosti ili hipofunkcionalnosti u spontanoj fonaciji i S – napetost u glasu, odnosno auditivni utisak preteranog napora i tenzije u spontanoj fonaciji (Isshiki, Okamura, Tanabe & Morimoto, 1969). Perceptivne karakteristike glasa procenjivala su tri vokalna patologa, u neposrednom kontaktu sa pacijentom, na udaljenosti od jednog metra. Vokalni patolozi su nezavisno jedan od drugog vršili procenu glasa. Parametri tokom čitanja standardnog teksta procenjivani su na četvorostepenoj skali ocenom od 0 do 3 (0 – normalan glas, 1 – lako pneumofoničan glas, 2 – umereno izmenjen glas, 3 – izražene promene u glasu).

Razumljivost govora procenjivana je pomoću specijalno konstruisanog teksta pod nazivom „Balansirani tekst” (Šešum, 2013), ocenama od nula do dva (ocena nula predstavlja potpuno razumljiv govor, ocena jedan dovoljno razumljiv govor, a ocena dva potpuno nerazumljiv govor). Procenu razumljivosti obavljala su tri vokalna patologa. U tekstu je bila ujednačena zastupljenost svih glasova u srpskom jeziku, u inicijalnoj, medijalnoj i finalnoj poziciji, kao i prirodna distribucija jednosložnih, dvosložnih, trosložnih reči, kao i distribucija po vrstama reči.

Obrada podataka

Od mera deskriptivne statistike korišćena je aritmetička sredina sa pripadajućom standardnom devijacijom. Frekvencije i procenti korišćeni su za prikaz kategoričkih varijabli. Jednofaktorskom analizom varijanse ispitane su razlike, dok je povezanost testirana Pirsonovim koeficijentom korelacije. Linearna regresiona analiza korišćena je za utvrđivanje uticaja prediktora na zavisnu varijablu.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Rezultati prikazani u Tabeli 2 pokazuju statistički značajnu povezanost između ocene na Testu razumljivosti govora i svih parametara GRBAS skale kod pacijenata sa ezofagealnim govorom i pacijenata koji koriste traheoezofagealne vokalne proteze. S povećanjem vrednosti parametara GRBAS skale povećavaju se i prosečne vrednosti na Testu razumljivosti govora, što ukazuje na to da se promene u kvalitetu glasa (promuklost, hrapavost, slabost, napetost u glasu) pogoršavaju kod ispitanika koji pokazuju najslabije rezultate na Testu razumljivosti govora.

U ovom istraživanju ispitivali smo povezanost između akustičkih parametara glasa i razumljivosti govora kod dve grupe ispitanika. Dobijeni rezultati pokazuju da je ocena na Testu razumljivosti govora u statistički značajnoj negativnoj korelaciji sa parametrima MPT ($r=-0,517$, $p=0,000$) (maksimalno vreme fonacije) i WPM ($r=-0,338$, $p=0,027$) (broj izgovorenih reči u minuti) u subzorku pacijenata sa ezofagealnim govorom, dok je kod pacijenata koji koriste vokalne proteze ocena na Testu razumljivosti govora u statistički značajnoj negativnoj korelaciji samo sa parametrom WPM ($r=-0,336$, $p=0,030$). Uočena je i statistički značajna povezanost parametra fundamentalne frekvencije (F_0) ($r=0,410$, $p=0,007$) sa ocenom na Testu razumljivosti govora kod pacijenata koji koriste vokalne proteze (Tabela 2).

Tabela 2 – Povezanost parametara akustičke i perceptivne analize sa ocenom na Testu razumljivosti govora kod dve grupe ispitanika

	Test razumljivosti	
	Pacijenti sa ezofagealnim govorom	Pacijenti sa vokalnom protezom
G	0,620**	0,401**
R	0,756**	0,569**
B	0,645**	0,575**
A	0,726**	0,424**
S	0,794**	0,691**
F ₀	0,085	0,410**
MPT (sec)	-0,517**	-0,193
WPM (min)	-0,338*	-0,336*

**Razlika je statistički značajna na nivou 0,01 *Razlika je statistički značajna na nivou 0,05

Na početku smo ispitivali statistički značajne korelacije među varijablama, u okviru kojih su se izdvojili parametri GRBAS skale, kao i parametri MPT i WPM. Na osnovu visine i značajnosti utvrđenih korelacija izvršen je niz regresionih analiza, kako bi se utvrdilo koji parametri imaju najveći uticaj na stepen razumljivosti govora.

Tabela 3 – Rezultati regresione analize u predikciji razumljivosti govora akustičkim i perceptivnim karakteristikama glasa kod pacijenata sa ezofagealnim govorom

Prediktori	Razumljivost govora		
	R ²	F (p)	β (p)
G			0,174 (0,084)
R			0,302 (0,014)
B	0,75	26,98 (0,000)	0,155 (0,158)
A			0,257 (0,028)
S			0,204 (0,165)
MPT (sec)			-0,455 (0,003)
WPM (min)	0,25	8,32 (0,001)	-0,174 (0,230)
R			0,460 (0,000)
A	0,71	26,1(0,000)	0,388 (0,001)
MPT (sec)			-0,120 (0,236)

R² – prilagođeni koeficijent determinacije; β – standardizovani regresioni koeficijent

Rezultati su pokazali da je u grupi pacijenata sa ezofagealnim govorom testirani model perceptivne analize statistički značajan (F=26,98, p=0,000). Najveći procenat varijanse u skorovima razumljivosti govora objašnjava model sastavljen od skorova skale GRBAS, čak 75% varijanse. Od svih pet varijabli, samo dve su se izdvojile kao nezavisni prediktori. Parametri R (p=0,014) (hrapavost u glasu) i A (p=0,028) (slabost u glasu) daju jedinstven statistički značajan doprinos u objašnjenju regresionog modela (Tabela 3). Od parametara akustičke analize, u subzorku pacijenata sa ezofagealnim govorom, samo je varijabla MPT (maksimalno vreme fonacije) statistički značajna (F=8,32, p=0,001) u predikciji skora na Testu razumljivosti. Regresioni model objašnjava 25% varijanse zavisne promenljive (Tabela 3).

Multiplom linearnom regresijom ispitali smo uticaj više faktora na stepen razumljivosti govora. Od svih akustičkih i perceptivnih parametara izdvojili su se samo parametri R ($p=0,000$) (hrapavost u glasu) i A ($p=0,001$) (slabost u glasu) GRBAS skale, koji su pokazali statistički značajnu prediktivnu moć u objašnjenju regresionog modela. Regresioni model objašnjava 71% varijanse zavisne promenljive jer prilagođeni koeficijent determinacije iznosi $R^2=0,715$ (Tabela 3).

Tabela 4 – Rezultati regresione analize u predikciji razumljivosti govora akustičkim i perceptivnim karakteristikama glasa kod pacijenata sa vokalnom protezom

Prediktori	Razumljivost govora		
	R^2	F (p)	β (p)
G			-0,073 (0,627)
R			0,185 (0,275)
B	0,51	9,84 (0,000)	0,280 (0,068)
A			0,202 (0,205)
S			0,369 (0,034)
WPM (min)	0,09	5,07 (0,030)	-0,336 (0,030)
Fo	0,13	4,08 (0,025)	0,285 (0,329)
S			0,656 (0,000)
WPM (min)	0,45	18,33 (0,000)	-0,093 (0,458)

R^2 – prilagođeni koeficijent determinacije; β – standardizovani regresioni koeficijent

Rezultati prikazani u Tabeli 4 pokazuju da je u grupi pacijenata koji koriste vokalne proteze testirani model sastavljen od skorova skale GRBAS statistički značajan ($F=9,84$, $p=0,000$). Od svih parametara GRBAS skale samo je varijabla S (napetost u glasu) bila statistički značajna ($p=0,034$) u predikciji skora na Testu razumljivosti govora. Regresioni model objašnjava 51% varijanse zavisne promenljive, jer prilagođeni koeficijent determinacije iznosi $R^2=0,519$. U regresionom modelu koji čine parametri akustičke analize objašnjeno je znatno manje varijabiliteta (9%) i on se može u celini pripisati parametru WPM (broj izgovorenih reči u minuti). Model je statistički značajan ($F=5,07$, $p=0,030$).

U cilju ispitivanja uticaja različitih faktora na razumljivost govora sprovedena je višestruka linearna regresija. Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da, od svih ispitivanih varijabli, samo parametar S (napetost u glasu) GRBAS skale daje jedinstven statistički značajan doprinos ($p=0,000$) u objašnjenju regresionog modela kod pacijenata koji koriste traheozofagealne vokalne proteze. Regresioni model objašnjava 45% varijanse zavisne promenljive, jer prilagođeni koeficijent determinacije iznosi $R^2=0,458$ (Tabela 4).

DISKUSIJA

Rezultati našeg istraživanja su pokazali da postoji značajna korelacija između ocene na Testu razumljivosti govora i svih parametara GRBAS skale kod dve grupe ispitanika. U okviru Testa razumljivosti govora utvrđena je prosečna ocena za sva tri vokalna patologa. Prosečne vrednosti na Testu razumljivosti govora povećavaju se srazmerno sa povećanjem vrednosti parametara GRBAS skale i kod pacijenata sa ezofagealnim govorom i kod pacijenata koji koriste vokalne proteze. Kod ispitanika koji ostvaruju lošija postignuća na Testu razumljivosti govora, promene u kvalitetu glasa koje se odnose na promuklost, hrapavost, šumnost, slabost i napetost u glasu postaju više izražene. Međutim, kod ispitanika koji pokazuju bolje rezultate na parametrima GRBAS skale (kada je stepen promuklosti i hrapavosti u glasu slabije izražen), razumljivost govora je bolja i ima tendenciju porasta.

Dobijeni rezultati pokazuju da je ocena na Testu razumljivosti govora u statistički značajnoj korelaciji i sa parametrima MPT (maksimalno vreme fonacije) i WPM (broj izgovorenih reči u minuti). Porast stepena uspešnosti na skali MPT i WPM prati opadanje postignuća na Testu razumljivosti govora kod dve grupe ispitanika. Kod pacijenata kod kojih je zabeležen izgovor većeg broja reči u minuti, kao i mogućnost da održavaju fonaciju u dužem vremenskom periodu, razumljivost govora je bolja i ima tendenciju poboljšanja. Na subuzorku

pacijenata koji koriste vokalne proteze, sa povećanjem vrednosti parametra Fo (koja prelazi granicu referentnih vrednosti), rastu i prosečne ocene na Testu razumljivosti govora, odnosno govor postaje manje razumljiv za okolinu. Međutim, što je frekvencija niža i ima tendenciju opadanja, razumljivost je bolja.

Multiplom linearnom regresijom ispitali smo uticaj akustičkih i perceptivnih parametara na razumljivost govora kod pacijenata sa ezofagealnim govorom. Od akustičkih parametara izdvajamo samo parametar MPT (maksimalno vreme fonacije), koji predstavlja značajan prediktor razumljivosti govora, objašnjavajući 25% varijanse kriterijuma. Regresioni model sastavljen od skorova skale GRBAS, parametri R (hrapavost u glasu) i A (slabost u glasu) pokazali su statistički značajan doprinos predikciji, i to objašnjavajući 71% varijanse kriterijuma. Dobijeni rezultat pokazuje da su parametri R (hrapavost u glasu) i A (slabost u glasu) najvažniji prediktori razumljivosti govora. Ove prediktorske varijable predstavljaju najznačajnije pokazatelje promena u kvalitetu glasa i doprinose objašnjenju razlika u postignućima među ispitanicima. Parametri GRBAS skale su pokazali značajno veću prediktivnu moć u odnosu na parametre akustičke analize u grupi pacijenata sa ezofagealnim govorom.

Ispitali smo i uticaj akustičkih i perceptivnih parametara na razumljivost govora kod pacijenata koji koriste vokalne proteze. U regresionom modelu koji čine parametri akustičke analize, izdvajamo samo parametar WPM (broj izgovorenih reči u minuti) kao važan prediktor razumljivosti govora, objašnjavajući 9% varijanse kriterijuma. Testiranjem odnosa između svih prediktorskih varijabli i razumljivosti govora kao kriterijumske varijable, dobijen je visoko statistički značajan odnos ($R^2=0,45$; $F=18,33$; $p=0,000$). Najjaču prediktorsku moć pokazala je varijabla S (napetost u glasu), GRBAS skale. Od svih ispitivanih prediktora samo se varijabla S izdvojila kao nezavisan prediktor, objašnjavajući 45% varijanse kriterijuma. Dakle, kod pacijenata koji koriste traheoezofagealne vokalne proteze, GRBAS test se, i ovoga puta, pokazao kao najkorisniji test u razumevanju razlika koje ispitanici izražavaju kroz različite promene kvaliteta glasa. Ovaj test nam pomaže da lakše

otkrijemo izvor tih razlika koje postoje u kvalitetu govora, a koji se odražava na razumljivost govora i dovodi do pojave razlika u razumljivosti govora kod različitih ispitanika.

Analizirajući dobijene rezultate možemo zaključiti da je GRBAS test najkorisniji instrument u pronalaženju delikatnih varijacija u kvalitetu glasa, koje nas postepeno uvode u jasnije sagledavanje razlika u razumljivosti govora. Te razlike koje postoje u kvalitetu govora dovode do razlika u razumljivosti govora. Ovo istraživanje ukazuje na izuzetan značaj perceptivne procene kvaliteta glasa, a isto tako ne treba zanemariti ni uticaj ostalih prediktivnih varijabli koje se odnose na akustičku procenu.

Kada se govori o najznačajnijim prediktorima razumljivosti govora kod laringektomiranih bolesnika uopšte, u svetu postoje različita mišljenja i stavovi autora, koji su nastali usled raznolikosti kriterijuma koji određuju uspešnu rehabilitaciju. Robbins i saradnici (Robbins, Fisher, Blom & Singer, 1984) smatraju da su prosečna vrednost Fo (fundamentalne frekvencije), MPT (maksimalno vreme fonacije) i WPM (broj reči izgovorenih u jednoj minuti) najvažniji faktori u kategorizaciji ezofagealnog i traheozofagealnog glasa. U našem istraživanju to su R, A i S parametri GRBAS skale, u okviru perceptivne analize, kao i parametri MPT (maksimalno vreme fonacije) i WPM (broj reči izgovorenih u jednoj minuti) u okviru akustičke analize glasa.

Mnoge studije su dokumentovale povezanost akustičkih parametara glasa sa perceptivnim parametrima. Kazi i saradnici (Kazi et al., 2009) su ispitivali akustičke i perceptivne karakteristike glasa kod pacijenata koji koriste traheozofagealne vokalne proteze i ustanovili da su parametri G i B, GRBAS skale (stepen promuklosti i šumnost u glasu) najznačajniji prediktori razumljivosti govora i da predstavljaju pouzdane i verodostojne pokazatelje promena u kvalitetu glasa. Ovo saznanje može da pomogne vokalnim patolozima da razviju specifične strategije koje bi bile usmerene ka poboljšanju i unapređenju vokalne rehabilitacije.

Rabinov i saradnici (Rabinov, Kreiman, Gerratt & Bielamowicz, 1995) u svojim istraživanjima daju prednost perceptivnoj proceni glasa u odnosu na objektivnu akustičku analizu. Oni su poredili pouzdanost akustičke i perceptivne evaluacije i ustanovili da postoji veća pouzdanost i slaganje među stručnjacima koji procenjuju razumljivost govora subjektivnom metodom, za razliku od rezultata dobijenih objektivnom analizom. Finizia i saradnici (Finizia, Dotevall, Lundström & Lindström, 1999) smatraju da za kliničke namene perceptivna procena ima prednost u odnosu na objektivnu procenu. Objektivna analiza, po njihovom mišljenju, služi kao podrška i dopuna perceptivnoj evaluaciji kvaliteta glasa, a može se koristiti i u cilju praćenja uspeha rehabilitacije nakon totalne laringektomije.

ZAKLJUČAK

Posle totalne laringektomije govor se odlikuje izmenjenim kvalitetom glasa (promukao i hrapav glas), redukovanom visinom tona, kao i smanjenom jačinom glasa. Ezofagealni govor, takođe, karakteriše smanjenje dužine izgovora fraze i povećanje perioda pauza usled smanjene zapremine ezofagusa (Attieh et al., 2008; Blom et al., 1998; Graham, 2005). Ezofagealni glas, za razliku od normalnog glasa, poseduje aperiodičnu strukturu vibracije. Ta razlika je uslovljena fiziološkim ograničenjima u produkciji ezofagealnog govora. Faringoezofagealni segment ima drugačiju strukturu u odnosu na prave glasnice, znatno je veće mase i nije fiziološki prilagođen za proces vibracije. To dovodi do nepravilnih (aperiodičnih) i usporenih pokreta faringoezofagealnog segmenta i uslovljava značajne razlike u akustičkim i perceptivnim parametrima glasa u odnosu na normalne i pravilne vibracije glasnica (Liu, Wan, S. Wang, X. Wang & Lu, 2005). U cilju kvalitetne i sveobuhvatne procene glasa i govora preporučuje se i akustička i perceptivna analiza glasa, jer njihov komplementaran odnos povećava preciznost u utvrđivanju vokalne disfunkcije (Petrović-Lazić, Jovanović-Simić, Kulić, Babac i Jurišić, 2015).

Instrumentalni pristup kliničkog ispitivanja glasa je od velikog značaja za precizniju dijagnostiku i rehabilitaciju glasa i jedan je od bitnih aspekata objektivnog kliničkog ispitivanja. Uz uvažavanje svih prednosti, ali i nedostataka savremene tehnologije, instrumentalno ispitivanje je veoma korisno dijagnostičko sredstvo koje omogućava praćenje napretka pacijenata u učenju i usvajanju alaringealnog govora (Vázquez, Fernández González & Cámara Gómezc, 2006). Za razliku od instrumentalnog pristupa, subjektivna procena kvaliteta glasa predstavlja integrisan proces slušanja i opisivanja glasa. Perceptivne skale procene glasa se koriste u evaluaciji kvaliteta glasa, kao i u određivanju stepena i težine poremećaja glasa.

U našem istraživanju procena kvaliteta glasa GRBAS skalom pokazala se kao jedinstvena i veoma značajna u razumevanju razlika među ispitanicima i predviđanju stepena razumljivosti govora. Promene u kvalitetu glasa, varijacije hrapavosti i slabosti u glasu mogu značajno uticati na razumljivost govora i biti značajni pokazatelji razlika koje postoje među govornicima. Možemo zaključiti da je objektivno-subjektivna metoda u proceni razumljivosti govornika neophodna, kao i primena multidisciplinarnog pristupa u rehabilitaciji laringektomiranih bolesnika, sa ciljem da se u formiranju konačnog mišljenja integrišu sve dostupne informacije. Multidisciplinarni pristup u lečenju karcinoma larinksa, kao i detaljno upoznavanje sa svim dostupnim oblicima alaringealne komunikacije, može dovesti do poboljšanja kvaliteta života laringektomiranih bolesnika (Šehović i Petrović Lazić, 2016).

Laringektomija ima dalekosežan uticaj na individuu sa potencijalnom stigmatizacijom, odnosno izopštavanjem iz sredine koja diktira pojam društvene prihvatljivosti, a koja se javlja usled fizičkog nedostatka. Stigma je povezana sa dijagnozom kancera larinksa i sa izmenjenim načinom komunikacije (Bellandese, 2009). Uspešna vokalna rehabilitacija, usvajanjem ezofagealnog ili traheozofagealnog govora, izlaz je iz društvene izolacije i važan uslov kvalitetnog života nakon totalne laringektomije.

LITERATURA

1. Attieh, A. Y., Searl, J., Shahaltough, N. H., Wreikat, M. M., & Lundy, D. S. (2008). Voice restoration following total laryngectomy by tracheoesophageal prosthesis: Effect on patients' quality of life and voice handicap in Jordan. *Health and Quality of Life Outcomes*, 6(1), 26. doi: 10.1186/1477-7525-6-26.
2. Bellandese, M. H. (2009). Fundamental frequency and gender identification in standard esophageal and tracheoesophageal speakers. *Journal of Communication Disorders*, 42(2), 89-99. doi: 10.1016/j.jcomdis.2008.08.005.
3. Bień, S., Rinaldo, A., Silver, C. E., Fagan, J. J., Pratt, L. W., & Tarnowska, C. (2008). History of voice rehabilitation following laryngectomy. *The Laryngoscope*, 118(3), 453-458. pmid:18176350. doi: 10.1097/MLG.0b013e31815db4a2.
4. Blom, E. D., Singer, M. I., & Hamaker, R. C. (1998). *Tracheoesophageal voice restoration following total laryngectomy*. San Diego, CA: Singular Publishing Group.
5. Brouha, X., Tromp, D., Hordijk, G., Winnubst, J., & De, L. R. (2005). Role of alcohol and smoking in diagnostic delay of head and neck cancer patients. *Acta Oto-Laryngologica*, 125(5), 552-556. pmid:16092550. doi:10.1080/00016480510028456.
6. Brown, D. H., Hilgers, F. J. M., Irish, J. C., & Balm, A. J. M. (2003). Postlaryngectomy voice rehabilitation: State of the art at the millennium. *World Journal of Surgery*, 27(7), 824-831. pmid:14509514. doi:10.1007/s00268-003-7107-4.
7. Casper, J. K., & Colton, R. H. (1993). *Clinical manual for laryngectomy and head and neck cancer rehabilitation*. San Diego, CA: Singular Publishing Group.
8. Finizia, C., Dotevall, H., Lundström, E., & Lindström, J. (1999). Acoustic and perceptual evaluation of voice and speech quality: A study of patients with laryngeal cancer treated with laryngectomy vs irradiation. *Archives of Otolaryngology - Head and Neck Surgery*, 125(2), 157-163. pmid:10037282.
9. Globlek, D., Stajner-Katusic, S., Musura, M., Horga, D., & Liker, M. (2004). Comparison of alaryngeal voice and speech. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 29(2), 87-91. pmid: 15260185.

10. Graham, M. S. (2005). Taking it to the limits-achieving proficient esophageal speech. U P. C. Doyle & R. L. Keith (Ur.), *Contemporary Considerations in the Treatment and Rehabilitation of Head and Neck Cancer-Voice, Speech and Swallowing*. (str. 521-543). Austin, TX: Pro-Ed Inc..
11. Isshiki, N., Okamura, H., Tanabe, M., & Morimoto, M. (1969). Differential diagnosis of hoarseness. *Folia Phoniatica*, 21(1), 9-19. pmid:5771117. doi:10.1159/000263230.
12. Kazi, R., Kanagalingam, J., Venkitaraman, R., Prasad, V., Clarke, P., Nutting, C. M., ... Harrington, K. J. (2009). Electroglottographic and perceptual evaluation of tracheoesophageal speech. *Journal of Voice*, 23(2), 247-254. pmid:17490856. doi:10.1016/j.jvoice.2007.01.006.
13. Kralj, Z., Manestar, M., & Sučić, M. (2004). Kako pomoći laringektomiranima. *Turopoljski glasnik*, 7-20. Zagrebačka liga protiv raka, Zagreb + Turopoljski glasnik, Velika Gorica.
14. Lalwani, A. K. (2004). *Current Diagnosis and Treatment in Otolaryngology-Head and Neck Surgery*. New York, NY: McGraw-Hill Companies, Inc.
15. Liu, H., Wan, M., Wang, S., Wang, X., & Lu, C. (2005). Acoustic characteristics of Mandarin esophageal speech. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 118(2), 1016-1025. pmid:16158657.
16. Maccallum, J. K., Cai, L., Zhou, L., Zhang, Y., & Jiang, J. J. (2009). Acoustic analysis of aperiodic voice: Perturbation and nonlinear dynamic properties in esophageal phonation. *Journal of Voice*, 23(3), 283-290. pmid:18411036. doi:10.1016/j.jvoice.2007.10.004.
17. Mccoll, D. A. (2006). Intelligibility of Tracheoesophageal Speech in Noise. *Journal of Voice*, 20(4), 605-615. doi:10.1016/j.jvoice.2005.09.005.
18. Miljuš, D., Živković, S., & eds., (2007). Cancer incidence and mortality in Central Serbia 2004. *Cancer registry of Central Serbia*. Belgrade: Institute of Public Health of Serbia „Dr Milan Jovanovic Batut”. Report No. 6..
19. Nešić, V. (2012). *Značaj komorbiditeta za preživljavanje bolesnika s planocelularnim karcinomom larinksa*. Beograd: Univerzitet u Beogradu - Medicinski fakultet. Doktorska disertacija.

20. Petrović-Lazić, M., & Kulić, M. (2014). *Biološki aspekti komunikacije kod laringektomiranih bolesnika*. Foča: Medicinski fakultet.
21. Petrovic-Lazic, M., Jovanovic, N., Kulic, M., Babac, S., & Jurisic, V. (2015). Acoustic and perceptual characteristics of the voice in patients with vocal polyps after surgery and voice therapy. *Journal of Voice*, 29(2), 241-246. pmid:25301300. doi:10.1016/j.jvoice.2014.07.009.
22. Petrović-Lazić, M., Kosanović, R., & Vasić, M. (2010). *Rehabilitacija laringektomiranih bolesnika*. Beograd: Nova naučna.
23. Rabinov, C. R., Kreiman, J., Gerratt, B. R., & Bielamowicz, S. (1995). Comparing reliability of perceptual ratings of roughness and acoustic measure of jitter. *Journal of Speech and Hearing Research*, 38(1), 26-32. pmid:7731216.
24. Robbins, J., Fisher, H. B., Blom, E. C., & Singer, M. I. (1984). A comparative acoustic study of normal, esophageal, and tracheoesophageal speech production. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 49(2), 202-210. pmid:6716991.
25. Šehović, I., & Petrović Lazić, M. (2016). Razumljivost govora kod laringektomiranih bolesnika koji koriste različite oblike govorne komunikacije. *Specijalna edukacija i rehabilitacija*, 15(2), 191-205. doi:10.5937/specedreh15-10482.
26. Šešum, M. (2013). Komparativna analiza formantnih struktura glasova sestara i glasova monozigotnih bliznakinja. *Beogradska defektološka škola*, 19(3), 515-527.
27. van den Berg, J., & Moolenaar-Bijl, A. J. (1959). Crico-pharyngeal sphincter, pitch, intensity and fluency in oesophageal speech. *Practica Oto-Rhino-Laryngologica*, 21(4), 298-315. pmid:13657906.
28. Vázquez de la Iglesia, F., Fernández González, S., & Cámara Gómez, M. (2006). Qualitative Spectral Evaluation of Oesophagic Voice. *Acta Otorrinolaringológica Española*, 57(7), 319-323.
29. Veselinović, M., Jovanović-Simić, N., Arbutina, T., Petrović-Lazić, M., & Škrbić, R. (2012). Karakteristike traheozofagusnog glasa i govora laringektomisanih pacijenata posle primarne i sekundarne ugradnje vokalne proteze. *Specijalna edukacija i rehabilitacija*, 11(2), 247-263.
30. Weissenbruch, R. V. (1996). *Voice restoration after laryngectomy*. Netherlands: University of Groningen. Doctoral dissertation.

ACOUSTIC AND PERCEPTIVE ANALYSIS OF ESOPHAGEAL AND TRACHEOSOPHAGEAL VOICE

Ivana Šehović, Mirjana Petrović Lazić, Nadica Jovanović Simić
University of Belgrade – Faculty of Special Education and Rehabilitation

Summary

Total laryngectomy is a radical surgery where the larynx is completely removed. Each type of surgical treatment has an impact on voice quality and speech intelligibility. However, it is important to know that the methods of speech adoption, esophageal speech and speech with use of tracheoesophageal prosthesis, are available and applicable methods for establishing functional communication between laryngectomy patients.

The main objective of this research is to ascertain whether there is a correlation between the acoustic and perceptual characteristics of voice and speech intelligibility observed among persons with use of esophageal speech and persons with tracheoesophageal prosthesis, as well as to examine which of the following characteristics have the greatest impact on speech intelligibility among these two groups of respondents.

The research was conducted on a sample of 85 laryngectomy patients, of both genders, 48 to 85 years old. Acoustic vocal characteristics were examined with a computer program for multidimensional analysis of vocals, model 4300 of “Kay Elemetrics” corporation. Perceptual vocal characteristics were analyzed on GRBAS scale. Phonetically balanced text was used for the subjective assessment of speech intelligibility. For statistical analysis of the obtained data we used: arithmetic mean, standard deviation, frequencies, percentages, ANOVA, Pearson correlation coefficient, linear regression analysis and the multiple correlation coefficient.

Study results have shown that the contribution on explaining the assessment of speech intelligibility are provided by parameters of speech perceptual analysis. The highest degree of variance in the speech intelligibility assesment is explained with the model composed of scores on the GRBAS scale, R parameters (F=26.1; p=0.000) (roughness of the voice), A (F=26.1; p=0.001) (asthenia) and S (F=18.33; p=0.000) (strain).

Key words: esophageal voice, tracheoesophageal voice, speech intelligibility

Primljeno: 12.04.2017.

Prihvaćeno: 12.09.2017.