



Izvorni rad | Original article

Akustičke osobine traheozofagealnog i ezofagealnog glasa

Acoustic characteristics of tracheoesophageal and oesophageal voice

Tamara Živković-Ivanović¹ , Ema Babić¹, Ivana Šimić¹

¹ Klinika za bolesti uha, nosa i grla i kirurgiju glave i vrata, Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Klinički bolnički centar Zagreb

Deskriptori

LARINGEKTOMIJA – rehabilitacija;
ALARINGEALNI GOVOR; EZOFAGUSNI GOVOR;
GOVORNA PROTEZA; ISPITIVANJE GOVORNE
PRODUKCIJE – metode; GOVORNA AKUSTIKA;
FONACIJA; KVALITETA GLASA

Descriptors

LARYNGECTOMY – rehabilitation;
SPEECH, ALARYNGEAL; SPEECH, ESOPHAGEAL;
LARYNX, ARTIFICIAL; SPEECH PRODUCTION
MEASUREMENT – methods; SPEECH ACOUSTICS;
PHONATION; VOICE QUALITY

SAŽETAK. Totalna laringektomija kao metoda kirurškog liječenja tumora područja glave i vrata nosi doživotne posljedice koje su funkcionalnog, psihološkog i socijalnog karaktera, a jedna od najtežih jest gubitak sposobnosti glasnog govora. Zbog toga rehabilitacija glasa/govora poslije totalne laringektomije predstavlja važan aspekt funkcionalne rehabilitacije laringektomirane osobe. Dvije najčešće korištene metode usvajanja alaringealnog govora jesu ezofagealni (EF) i traheozofagealni (TEF) glas/govor. *Cilj istraživanja* bio je utvrditi razlike u akustičkim vrijednostima ezofagealnog i traheozofagealnog glasa te na osnovi objektivnih akustičkih parametara prikazati i obrazložiti koji od ova dva modaliteta alaringealnog glasa posjeduje akustičke vrijednosti bliže vrijednostima laringealnih glasova. *Materijali i metode:* Proveli smo retrospektivno istraživanje na 75 ispitanika u Klinici za bolesti uha, nosa i grla i kirurgiju glave i vrata Kliničkoga bolničkog centra Zagreb. Akustičke vrijednosti mjerene su programom za akustičku analizu glasa *LingWAVES SLP Suite Pro VPR (WEVOSYS medical technology GmbH – Germany)* te su analizirani slijedeći parametri: fundamentalna frekvencija, intenzitet, varijacije u osnovnoj frekvenciji (*jitter*), varijacije u intenzitetu glasa (*shimmer*). Rezultati statističke analize pokazali su da postoji statistički značajna razlika ($p < 0,05$) između dvije skupine alaringealnih govornika na svim mjerenim parametrima osim na vrijednosti varijacija u intenzitetu glasa. *Zaključak:* Traheozofagealni glas/govor postiže bolje rezultate od ezofagealnog glasa/govora na svim mjerenim akustičkim parametrima. Vrijednosti TEF govora značajno odstupaju od vrijednosti urednoga laringealnog glasa.

SUMMARY. The removal of larynx has lifelong functional, psychological and social consequences on the patient, of which the loss of voice has the greatest impact. Speech rehabilitation is an important part of functional rehabilitation after total laryngectomy. Most commonly used methods for voice restoration are oesophageal (ES) and tracheoesophageal (TES) speech. *The aim of the study* was to determine the differences between measured voice parameters of ES and TES speech and to determine which one of these two modalities is comparable with normal laryngeal voice. *Materials and methods:* A retrospective study was performed on 75 subjects at the ENT Department, University Hospital Centre Zagreb. Acoustic parameters of fundamental frequency, intensity, jitter, shimmer and maximum phonation time were analysed using *LingWAVES SLP Suite Pro VPR software (WEVOSYS medical technology GmbH – Germany)*. There were statistically significant differences ($p < 0.05$) on all studied parameters between the ES and TES speakers except for shimmer. *Conclusion:* Significantly better outcomes are reported for TES compared to ES for all of the measured acoustic parameters. Alaryngeal speech with TO voice prosthesis is not yet comparable to laryngeal speech.

Tumor grkljana najčešći je oblik tumora područja glave i vrata.¹ Prema podacima Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo² broj novooboljelih od tumora grkljana u 2018. godini bio je 298 osoba, od čega 266 kod osoba muškog spola i 32 kod osoba ženskog spola. Unatoč razvoju radioterapije, endoskopskih tehnika, manjih kirurških intervencija te ostalih metoda koje se nude kao mogućnost liječenja, totalna laringektomija i dalje predstavlja jedinu nadu za izlječenje pacijenata s visokim stadijem karcinoma.

Odstranjenje grkljana nosi doživotne posljedice te dovodi do trajne promjene u disanju, gutanju, govoru, kašljanju, okusu i mirisu.³ Gubitak sposobnosti glasnog govora jedna je od najtežih posljedica totalne laringektomije koja ima izravni utjecaj na psihosocijalne

aspekte svakodnevnog funkcioniranja laringektomirane osobe⁴ te je upravo zbog toga rehabilitacija glasa sastavni dio funkcionalne rehabilitacije nakon operacije. Tri najčešće korištena oblika nadomjesnog govora jesu ezofagealni govor, traheozofagealni govor te govor uz pomoć elektrolarinksa. U ovom istraživanju usredotočili smo se na analizu prvih dvaju oblika nadomjesnog govora.

Adresa za dopisivanje:

Mr. sc. Tamara Živković Ivanović, prof. logoped,
<https://orcid.org/0000-0001-9448-5229>

Odjel za Fonijatriju Klinike za bolesti uha, nosa i grla i kirurgiju glave i vrata,
Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, KBC Zagreb, Kišpatičeva 12, 10000 Zagreb,
e-pošta: tzivano@gmail.com

Primljeno 1. ožujka 2021., prihvaćeno 1. srpnja 2022.

Ezofagealni govor je najprirodniji i najstariji način uspostave alaringealnog glasa. Postiže se ubacivanjem zraka u cervikalni dio jednjaka koji se zatim voljnom eruktacijom izbacuje prema neofarinksu. Taj protok zraka uzrokuje vibracije na sluznici neofarinksa koje stvaraju osnovni ton alaringealnog glasa koji se zatim oblikuje u rezonantnim šupljinama i artikulira pomoću jezika, zuba i usana.⁵ Prednost je ezofagealnog govora mogućnost ostvarivanja verbalne komunikacije bez upotrebe ruku i pomagala za govor, no potrebno je značajno dulje vrijeme kako bi se usvojila ova tehnika produkcije glasa⁵ u usporedbi s drugim oblicima alaringealnog glasa.

Traheozofagealni govor predstavlja kiruršku metodu uspostave govora nakon totalne laringektomije.⁶ Postiže se usmjeravanjem zraka iz pluća kroz govornu protezu koja se postavlja u kirurški stvorenu traheozofagealnu fistulu. Govorna proteza je jednosmjerni ventil koji omogućava ulazak struje zraka iz pluća u jednjak⁷ što uzrokuje pojavu osnovnog tona pomoću vibracija sluznice neofarinksa, dok istovremeno sprječava prodor sadržaja jednjaka u dušnik.⁸ Zbog visoke stope uspješnosti i kratkog trajanja glasovne rehabilitacije, traheozofagealna proteza postala je zlatni standard u rehabilitaciji laringektomiranih osoba.^{9,10}

U svijetu i dalje ne postoji jedinstveni stav temeljen na znanstvenim dokazima o tome koja je metoda govorne rehabilitacije najbolja za ponovnu uspostavu oralne komunikacije.⁸ Iz tog razloga velik se broj istraživanja iz područja rehabilitacije bolesnika nakon totalne laringektomije usmjerio na proučavanje akustičkih osobina različitih modaliteta alaringealnog govora te njihove sličnosti s osobinama urednih laringealnih glasova. Akustička analiza patoloških glasova jedna je od najčešće korištenih objektivnih metoda procjene vokalne funkcije. Ona nam omogućava dobivanje velikog broja kvantitativnih informacija potrebnih za procjenu vokalnih sposobnosti pomoću efikasne i neinvazivne pretrage.⁹

Cilj ovog istraživanja jest utvrditi razlike u akustičkim vrijednostima ezofagealnog i traheozofagealnog glasa te na osnovi objektivnih akustičkih parametara prikazati i obrazložiti koji od ova dva modaliteta alaringealnog glasa posjeduje akustičke vrijednosti bliže vrijednostima laringealnih glasova.

Metode

Uzorak ispitanika

Retrospektivno istraživanje proveli smo na Odjelu za fonijatriju Klinike za bolesti uha, nosa i grla i kirurgiju glave i vrata Kliničkoga bolničkog centra Zagreb koristeći podatke iz baze podataka pacijenata liječenih i rehabilitiranih na našem odjelu te članova Hrvatske zajednice laringektomiranih osoba. Korištene snimke prikupljene su u razdoblju od 2015. do 2021. godine.

Glavni kriteriji uključivanja ispitanika u istraživanje bili su: uspješno usvojena jedna od dviju metoda alaringealnog glasa/govora te da je vrijeme proteklo od operacije, totalne laringektomije, godinu dana ili više. Istraživanje je provedeno u skladu s temeljima dobre kliničke prakse i Helsinške deklaracije.

U istraživanju je sudjelovalo 75 ispitanika podijeljenih u dvije skupine prema vrsti alaringealnog glasa/govora (97,06% muškaraca i 2,94% žena). Prva skupina ispitanika obuhvaća 34 ezofagealna govornika (EF), od čega je 1 (2,94%) ispitanica ženskog spola te 33 (97,06%) ispitanika muškog spola. Prosječna dob ispitanika EF skupine u vrijeme ispitivanja bila je 65,77 godina (raspon od 41 do 88 godina). Prosječno vrijeme proteklo od operacije jest osam godina (raspon od 1 do 31 godine). Druga skupina ispitanika obuhvaća 41 traheozofagealnog govornika (TEF) od čega je 8 (19,51%) ispitanica ženskog spola te 33 (80,49%) ispitanika muškog spola. Prosječna dob ispitanika TEF skupine u vrijeme ispitivanja bila je 65,76 godina (raspon od 52 do 78 godina). Prosječno vrijeme proteklo od operacije jest 3,5 godine (raspon od 1 do 15 godina).

Opis mjernih instrumenata

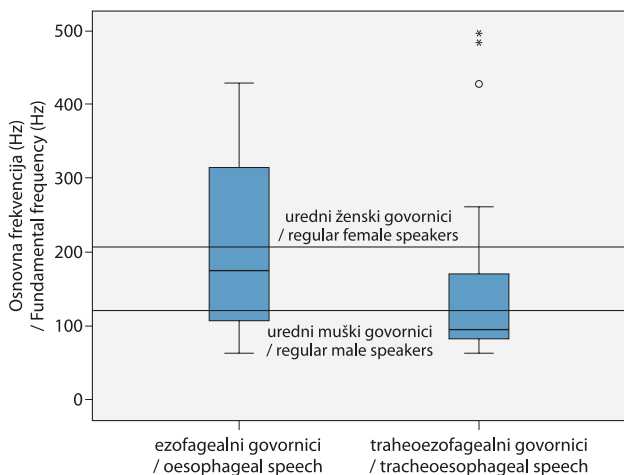
Kako bi se ispitali zadani ciljevi korištene su metode objektivne procjene glasa. Svi ispitanici snimani su i analizirani u laboratoriju za akustičku analizu glasa Odjela za fonijatriju. Za akustičku analizu korišten je program *LingWAVES SLP Suite Pro VPR (WEVOSYS medical technology GmbH – Germany)*.

Akustički zapisi prikupljeni su pomoću mikrofona postavljenog na fiksnu udaljenost od 30 centimetara od usta ispitanika pod kutom od 45°. Zatim se snimljeni zvučni signal pretvarao iz analognih zvučnih valova u digitalni oblik pomoću softvera *LingWaves*. Digitalni dokument pohranjen je na računalu (zvučna kartica s 256 MB RAM-a, 500 GB slobodnog prostora na tvrdom disku) koji koristi *Windows® 10*.

Svi podatci prikupljeni su u računalni program *Microsoft Office Excel 2007* (inačica 11. *Microsoft Corporation*, Redmond, WA, SAD). Podatci su analizirani u statističkom programu *Statistica 7.0 software (StatSoft, Tulsa, OK, SAD)*. Razlike između skupina za kvantitativne podatke testirane su neparometrijskim Mann-Whitneyevim U-testom te su podatci prikazani putem percentila, budući da raspodjela podataka testirana Kolmogorov-Smirnovljevim testom nije slijedila Gaussovu krivulju. Razlike u kvalitativnim podatcima testirane su Fisherovim testom. Razina statističke značajnosti postavljena je na $p < 0.05$.

Protokol akustičke analize glasa

U ovom istraživanju za akustičku analizu koristile su se dvije vrste akustičkih zapisa: produžena fonacija vokala /a/ i spontani govor. Razlog za odabir maxi-



SLIKA 1. FUNDAMENTALNA FREKVENCIJA
FIGURE 1. FUNDAMENTAL FREQUENCY

malnog trajanja zadržane fonacije vokala /a/ jest taj što fonacija tog vokala zahtijeva najmanju zatvorenost i napetost vokalnog trakta.¹¹ Za svakog ispitanika prikupljena su tri uzorka, a za analizu je uzet srednji dio druge fonacije.

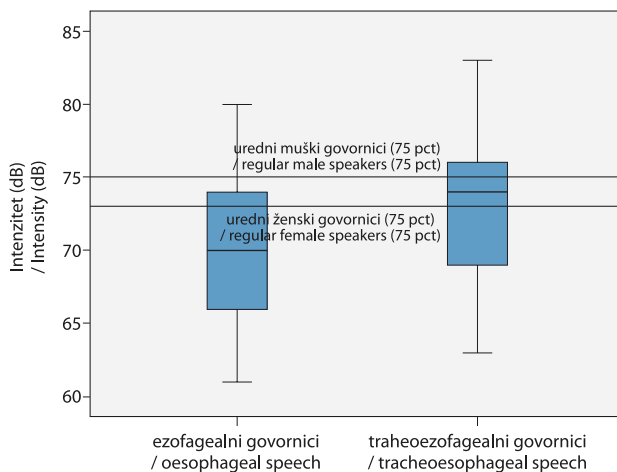
Proučavanjem literature te u skladu s drugim istraživanjima¹² za analizu su odabrani sljedeći, najčešće analizirani parametri glasa:

- *fundamentalna frekvencija (Hz)* – daje informaciju o visini glasa,
 - *prosječna visina glasa iznosi:* kod žena 206 Hz, kod muškaraca 120 Hz, a kod djece oko 300 Hz¹³
- *intenzitet (dB)* – daje informaciju o glasnoći glasa,
 - *prosječni intenzitet glasa (mikrofon postavljen na 30 cm udaljenosti od usta) iznosi:* kod žena 68 – 74 dB, kod muškaraca 68 – 76 dB¹⁴
- *jitter (%)* – daje informaciju o varijacijama u fundamentalnoj frekvenciji,
 - *uredan raspon:* od 0 do 0,5%¹⁵
- *shimmer (%)* – daje informaciju o varijacijama u intenzitetu,
 - *uredan raspon:* od 0 do 5%¹⁵
- *maksimalno trajanje fonacije (sek.)* – kao maksimalno trajanje zadržane fonacije uzima se najduža fonacija od tri akustički zabilježene. *Prosječno trajanje fonacije iznosi:* kod žena 15 – 25 sekundi, kod muškaraca 25 – 35 sekundi.¹⁵

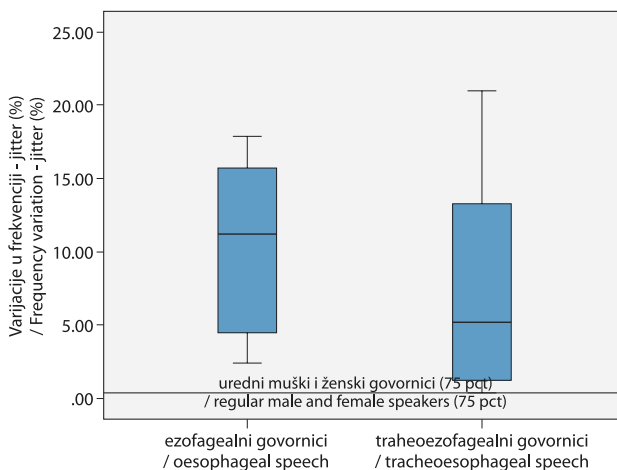
Rezultati

Prosječna fundamentalna frekvencija (F_0) u skupini ezofagealnih govornika (EF) iznosi 211 Hz, dok je u skupini traheozofagealnih govornika prosječna vrijednost F_0 145 Hz (slika 1). Razlika između dviju skupina statistički je značajna ($U=452, 5; P=0,009$).

Intenzitet je kod skupine ezofagealnih govornika statistički značajno niži nego kod skupine ispitanika s



SLIKA 2. INTENZITET GLASA
FIGURE 2. VOICE INTENSITY



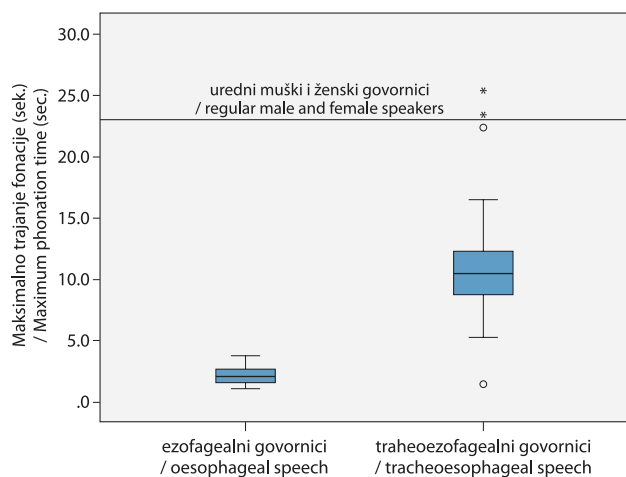
SLIKA 3. JITTER (FREKVENCIJSKE OSCILACIJE)
FIGURE 3. JITTER (FREQUENCY OSCILATION)

traheozofagealnim glasom/govorom ($U=481,5; P=0,022$) (slika 2). Prosječni intenzitet glasa kod ezofagealnih govornika iznosi 70 dB, a kod traheozofagealnih govornika 73 dB.

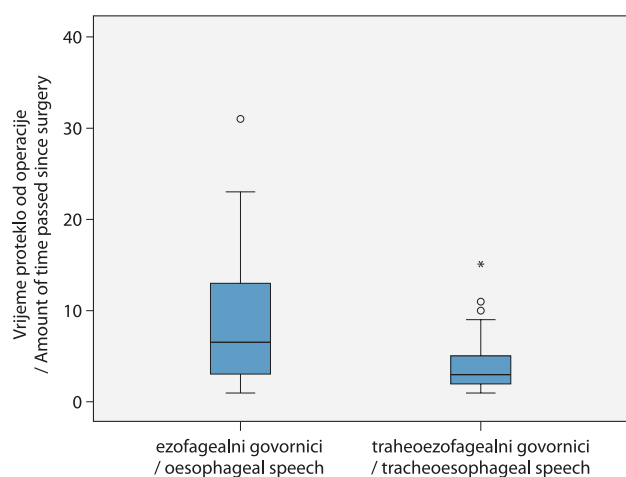
Skupina ispitanika koji koriste traheozofagealni glas/govor postigla je bolji rezultat na varijabli varijacija u osnovnoj frekvenciji (*jitter*) (slika 3). Srednja vrijednost varijacija u osnovnoj frekvenciji kod TEF-skupine iznosi 4,16%, dok su varijacije u osnovnoj frekvenciji kod skupine ezofagealnih govornika statistički značajno više ($U=478; P=0,020$) u usporedbi s TEF-skupinom te iznose 14,74%.

Rezultati na akustičkom parametru varijacija u intenzitetu (*shimmer*) nisu pokazali statistički značajnu razliku između dviju skupina. Prosječna vrijednost varijacija u intenzitetu kod EF-govornika iznosi 47,05%, a kod TEF-govornika 64%.

Duljina trajanja fonacije produženog vokala /a/ (slika 4) kod skupine ezofagealnih govornika statistič-



SLIKA 4. MAKSIMALNO TRAJANJE FONACIJE
FIGURE 4. MAXIMUM PHONATION TIME



SLIKA 5. VRIJEME PROTEKLO OD OPERACIJE
FIGURE 5. AMOUNT OF TIME PASSED SINCE SURGERY

ki je značajno kraća nego kod ispitanika koji govore traheozofagealnim glasom ($U=29$; $P<0,001$).

Kod EF-govornika prosječno trajanje produžene fonacije iznosi 2,7 sekundi, a kod TEF-govornika 12,8 sekundi. Posebno je značajan i zanimljiv podatak da su tri pacijenta u traheozofagealnoj skupini postigla fonaciju u trajanju duljem od 20 sekundi (max. 25,4 sek.), a samo kod jednog pacijenta vrijeme fonacije bilo je kraće od 5 sekundi. Usporedno s time najduže postignuto trajanje fonacije u EF-skupini iznosilo je 3,8 sekundi.

Vrijeme proteklo od operacije (slika 5) kod skupine ezofagealnih govornika statistički je značajno dulje od vremena kod ispitanika s traheozofagealnim glasom/govorom ($U=383$; $P=0,001$).

Rasprava

Tijekom posljednjih trideset godina mnoga su istraživanja pokazala da postoje razlike između traheozofagealnog i ezofagealnog govora na objektivnim mjerama perceptivne procjene kvalitete glasa. Traheozofagealni govor pokazao se razumljivijim i prihvatljivijim načinom govora^{16–21} te postiže bolje rezultate akustičke analize. Na temelju rezultata istraživanja provedenog na našem uzorku ispitanika koji se koriste traheozofagealnim i ezofagealnim glasom/govorom možemo potvrditi da u većini mjerenih akustičkih varijabli bolje rezultate postižu TEF-govornici. U prilog tome govore i istraživanja drugih autora.^{22,23}

Statistički značajno viša vrijednost F_0 kod EF govornika dobivena u ovom istraživanju objašnjava se većim brojem perturbacija u glasu²⁵ koje se kreću u širokom frekvencijskom rasponu te dovode do prosječno višeg tona glasa nego kod TEF-govornika.

Rezultati su pokazali da je srednja vrijednost varijacija u intenzitetu (*shimmer*) niža kod skupine koja koristi traheozofagealni govor i time bliža vrijednostima laringealnog glasa. Razlika između skupina nije statistički značajna, što je u skladu s metaanalizom provedenom od strane Van Sluis i suradnika koji su dobili isti podatak.⁸ Unatoč boljim vrijednostima varijacija u intenzitetu kod TEF-govornika, one i dalje odstupaju od referentnih vrijednosti karakterističnih za laringealni glas. Intenzitetske nepravilnosti iskazane u povišenoj vrijednosti varijacija u intenzitetu percipiraju se kao promuklost kroz veću količinu šuma u glasu.²⁴

I dosadašnja istraživanja²⁵ pokazala su da ezofagealni glas postiže slabije rezultate od traheozofagealnog glasa na varijabli varijacija u osnovnoj frekvenciji (*jitter*). Povišene vrijednosti varijacija u osnovnoj frekvenciji manifestiraju se kao glas lošije kvalitete s nedovoljno čistom fonacijom te je kod patološkog glasa povišena vrijednost varijacija u osnovnoj frekvenciji povezana s akustičkom osobinom hrapavosti.

Na varijabli maksimalno trajanje produžene fonacije dobivene su najveće statistički značajne razlike između dviju ispitivanih skupina, što se lako objašnjava razlikama u mehanizmu proizvodnje TEF i EF-glasa i u skladu je s drugim provedenim istraživanjima.^{25,26} TEF-glas/govor koristi puni volumen plućnog kapaciteta zraka za stvaranje fonacije, u prosjeku 500 ml, što je značajno više u odnosu na ezofagealni govor kod kojega volumen zraka iznosi 40 – 70 ml²⁷. Ova osobina jedan je od glavnih razloga zbog kojih je tijekom posljednja dva desetljeća rehabilitacija glasa uz pomoć ugradnje govorne proteze (TEF-glas/govor) postala zlatni standard i prvi odabir.²⁸ Unatoč duljem vremenu trajanja fonacije kod TEF-govornika, kada ih se uspoređuje sa skupinom EF-govornika oni i dalje ne postižu prosječne vrijednosti laringealnog glasa/govora. To se objašnjava činjenicom da TEF-govornici imaju narušenu potporu izdaha te dolazi do propuštanja zraka oko traheostome.^{9,29}

Zanimljiv je podatak koji smo dobili ovim istraživanjem da vrijeme proteklo od operacije nije povezano s

kvalitetnijim alaringealnim glasom i boljim akustičkim vrijednostima. Dobiveni rezultati su pokazali kako EF-govornici imaju u prosjeku statistički značajno dulje vrijeme proteklo od operacije, no na svim mjerenim akustičkim varijablama postigli su slabije rezultate od TEF-govornika. To se može objasniti pojavom prezbifonije, jer starenje organizma dovodi do promjena u muskulaturi, mekim tkivima i sluznici unutar faringozofagealnog segmenta³⁰ te redukcije mišićnog tonusa, čime se narušava impostacija i produkcija EF-glasa/govora. Ovom podatku ide u prilog i činjenica da se u Republici Hrvatskoj ugradnja govorne proteze (TEF-glas/govor) sustavno provodi od 2004. godine, a da su se do tada u glasovnoj rehabilitaciji nakon odstranjenja grkljana koristile metode ezofagealnog glasa/govora i govor uz pomoć elektrolarinksa. Prethodno navedeno većinu populacije EF-govornika svrstava u kategoriju starije dobne skupine.

Kada sagledamo sve rezultate ovog istraživanja, u usporedbi s EF-glasom/govorom, TEF-glas/govor postiže bolje rezultate na akustičkim varijablama fundamentalne frekvencije, maksimalnog trajanja fonacije, intenziteta, varijacija u osnovnoj frekvenciji (*jitter*) i varijacija u intenzitetu (*shimmer*). Te razlike ne mogu se objasniti mjestom stvaranja glasa, budući da obje alaringealne metode glasa/govora koriste faringo-ezofagealni segment kao novi izvor zvuka. No, razlika u energetske izvora kod TEF-glasa/govora, koji je impostiran plućnom zračnom strujom, objašnjava dobivene bolje rezultate. Tijekom stvaranja fonacije upotreba plućnog kapaciteta zraka omogućava stabilniju i bolje kontroliranu zračnu struju. Jači pritisak zraka omogućava bolju kontrolu napetosti i pomak gibanja faringo-ezofagealnog segmenta u kranijalnu poziciju.⁸ Za stvaranje EF-glasa/govora koristi se minimalni volumen zraka, u prosjeku 60 – 80 ml, što čini svega 2% normalnoga plućnog kapaciteta, te time nije moguća kontrola pritiska.³¹ To ograničenje zračne struje i minimalni volumen zraka dovode prvenstveno do skraćenog trajanja fonacije i nižeg intenziteta glasa, a posljedično do slabijih akustičkih vrijednosti u odnosu na TEF-glas/govor.

Jačina glasa je u ovisnosti o amplitudi titranja glasnica i tlaka, a određuje se intenzitetom te ju subjektivno doživljavamo kao volumen. U našem istraživanju dobili smo statistički značajnu razliku na varijabli intenziteta glasa između istraživanih skupina. Traheozofagealnim govorom postižu se više vrijednosti intenziteta nego kod skupine ezofagealnih govornika. Navedeni podatci u skladu su s istraživanjima drugih autora.²²

Neki stručnjaci smatraju da na razlike uočene u istraživanjima o kvaliteti TEF i EF-glasa/govora utječu i drugi čimbenici vezani uz operiranu osobu koje treba uračunati, poput razlika u anatomiji generatora zvuka,

razlika u dužini preostalog vokalnog trakta, sposobnosti artikulacije te govorničkih vještina samoga pacijenta.³² Iz tog razloga u budućim istraživanjima trebalo bi uzeti u obzir i te aspekte prilikom procjene kvalitete glasa. Također, ako se želi procijeniti uspješnost rehabilitacije laringektomiranih osoba uzimajući u obzir sve aspekte njihova svakodnevnog funkcioniranja, nužno je uključiti i mjeru samoprocjene kvalitete života koristeći upitnike izrađene za osobe s poremećajima glasa (poput *Voice Handicap Indexa*, upitnika standardiziranog za hrvatski jezik) te rezultate subjektivne i objektivne procjene zajedno interpretirati kako bi se donijela ocjena uspješnosti rehabilitacijskog postupka.

Zaključak

Ugradnja govorne proteze i TEF-glas/govor predstavljaju zlatni standard u glasovnoj rehabilitaciji laringektomiranih osoba. Ovo je istraživanje pokazalo da se TEF-glasom/govorom postiže alaringealni glas bolje kvalitete, ali njegove akustičke osobine i dalje značajno odstupaju od osobina urednoga laringealnog glasa. To pokazuje da i dalje postoji velik prostor za napredak u metodama rehabilitacije glasa nakon totalne laringektomije te da se trenutno korištene metode moraju usavršavati kako bi se kvaliteta alaringealnog glasa što više približila vrijednostima laringealnog glasa.

INFORMACIJA O SUKOBU INTERESA

Autori nisu deklarirali sukob interesa relevantan za ovaj rad.

INFORMACIJA O FINANCIRANJU

Za ovaj članak nisu primljena financijska sredstva.

DOPRINOS AUTORA

KONCEPCIJA ILI NACRT RADA: TŽI, EB

PRIKUPLJANJE, ANALIZA I INTERPRETACIJA PODATAKA: TŽI, EB, IŠ

PISANJE PRVE VERZIJE RADA: TŽI, EB

KRITIČKA REVIZIJA: EB, IŠ

LITERATURA

1. Risberg-Berlin B, Rydén A, Möller RY, Finizia C. Effects of total laryngectomy on olfactory function, health-related quality of life, and communication: a 3-year follow-up study. *BMC Ear Nose Throat Disord.* 2009;9:8. doi: 10.1186/1472-6815-9-8.
2. Hrvatski zavod za javno zdravstvo, Registar za rak RH. Incidencija raka u Hrvatskoj 2018. Zagreb; 2020.
3. Perry A, Casey E, Cotton S. Quality of life after total laryngectomy: Functioning, psychological well-being and self-efficacy. *Int J Lang Commun Disord.* 2015;50(4):467–75. doi: 10.1111/1460-6984.12148.
4. Bickford J, Coveney J, Baker J, Hersh D. Living with the altered self: A qualitative study of life after total laryngectomy. *Int J*

- Speech Lang Pathol. 2013;15(3):324–33. doi: 10.3109/17549507.2013.785591.
5. Zenga J, Goldsmith T, Bunting G, Deschler DG. State of the art: Rehabilitation of speech and swallowing after total laryngectomy. *Oral Oncol.* 2018;86:38–47. doi: 10.1016/j.oraloncology.2018.08.023.
 6. Serra A, Di Mauro P, Spataro D, Maiolino L, Cocuzza S. Post-laryngectomy voice rehabilitation with voice prosthesis: 15 years experience of the ENT Clinic of University of Catania. Retrospective data analysis and literature review (Internet). Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4755057>. Pristupljeno 30. siječnja 2021.
 7. Singer MI, Blom ED. An endoscopic technique for restoration of voice after laryngectomy. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1980; 89(6):529–33. doi: 10.1177/000348948008900608.
 8. Van Sluis KE, van der Molen L, van Son RJJH, Hilgers FJM, Bhairosing PA, van den Brekel MWM. Objective and subjective voice outcomes after total laryngectomy: a systematic review. *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngology.* 2018;275(1):11–26. doi: 10.1007/s00405-017-4790-6.
 9. Deore N, Datta S, Dwivedi RC, Palav R, Shah R, Sayed SI i sur. Acoustic analysis of tracheo-oesophageal voice in male total laryngectomy patients. *Ann R Coll Surg Engl.* 2011;93(7): 523–7. doi: 10.1308/147870811X13137608454975.
 10. Rosa VM, Fores JML, da Silva EPF, Guterres EO, Marcelino A, Nogueira PC i sur. Interdisciplinary interventions in the peri-operative rehabilitation of total laryngectomy: an integrative review. *Clinics (Sao Paulo).* 2018;73(1):e484s. doi: 10.6061/clinics/2018/e484s.
 11. Maruthy S, Bellur R. Perceptual and Acoustic Analysis of Voice in Individuals with Total Thyroidectomy: Pre-Post Surgery Comparison. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg.* 2011;63(1):32–9. doi: 10.1007/s12070-010-0105-6.
 12. Hurren A, Miller N. Voice outcomes post total laryngectomy. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg.* 2017;25(3):205–10. doi: 10.1097/MOO.0000000000000358.
 13. Naufel de Felipe AC, Marotti Martelletti Grillo MA, Grechi TH. Standardization of acoustic measures for normal voice patterns. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2006;72(5):659–64. doi: 10.1016/s1808-8694(15)31023-5.
 14. Varga A, Bonetti A. Vokalna terapija kod transrodnih osoba. *Hrvatska revija za rehabilitacijska istraživanja.* 2016;52(1): 114–26.
 15. Wevosys medical technology. LingWAVES Voice Protocol norms. Dostupno na: https://mmsp.com.au/mmsp/wp-content/uploads/2019/08/lingWAVES_Voice_Protocol_Norms_2017_09_25.pdf. Pristupljeno: 5. 4. 2021.
 16. Blom ED, Singer MI, Hamaker RC. A Prospective Study of Tracheoesophageal Speech. *Arch Otolaryngol Neck Surg.* 1986; 112(4):440–7. doi: 10.1001/archotol.1986.03780040080017.
 17. Bridges A. Acceptability ratings and intelligibility scores of alaryngeal speakers by three listener groups. *Br J Disord Commun.* 1991;26(3):325–35. doi: 10.3109/13682829109012018.
 18. Doyle PC, Danhauer JL, Reed CG. Listeners' perceptions of consonants produced by esophageal and tracheoesophageal talkers. *J Speech Hear Disord.* 1988;53(4):400–7. doi: 10.1044/jshd.5304.400.
 19. Law IKY, Ma EPM, Yiu EML. Speech intelligibility, acceptability, and communication-related quality of life in Chinese alaryngeal speakers. *Arch Otolaryngol – Head Neck Surg.* 2009;135(7):704–11. doi: 10.1001/archoto.2009.71.
 20. Arias MR, Ramón JL, Campos M, Cervantes JJ. Acoustic analysis of the voice in phonatory fistuloplasty after total laryngectomy. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2000;122(5):743–7. doi: 10.1016/S0194-5998(00)70208-7.
 21. Bellandese MH, Lerman JW, Gilbert HR. An acoustic analysis of excellent female esophageal, tracheoesophageal, and laryngeal speakers. *J Speech Lang Hear Res.* 2001;44(6):1315–20. doi: 10.1044/1092-4388(2001)102).
 22. Širić Lj, Šoš D, Rosso M, Stevanović S. Objective assessment of tracheoesophageal and esophageal speech using acoustic analysis of voice. *Coll Antropol.* 2012;36(2):111–4.
 23. Debruyne F, Delaere P, Wouters J, Uwents P. Acoustic analysis of tracheo-oesophageal versus oesophageal speech. *J Laryngol Otol.* 1994;108(4):325–8. doi: 10.1017/s0022215100126660.
 24. Teixeira JP, Oliveira C, Lopes C. Vocal Acoustic Analysis – Jitter, Shimmer and HNR Parameters. *Procedia Technology.* 2013; 9:1112–1122. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2013.12.124>.
 25. Globlek D, Štajner-Katušić S, Mušura M, Horga D, Liker M. Comparison of alaryngeal voice and speech. *Logoped Phoniatr Vocol.* 2004;29(2):87–91. doi: 10.1080/14015430410033218.
 26. Van As CJ. Tracheoesophageal speech: a multidimensional assessment of voice quality. [dizertacija]. Amsterdam (NL): Universiteit van Amsterdam; 2001.
 27. Kazi R, Kiverniti E, Prasad V, Venkitaraman R, Nutting CM, Clarke P i sur. Multidimensional assessment of female tracheoesophageal prosthetic speech. *Clin Otolaryngol.* 2006; 31(6):511–7. doi: 10.1111/j.1365-2273.2006.01290.x.
 28. Kapila M, Deore N, Palav RS, Kazi RA, Shah RP, Jagade MV. A brief review of voice restoration following total laryngectomy. *Indian J Cancer.* 2011;48(1):99–104. doi: 10.4103/0019-509X.75841.
 29. Ceachir O, Hainarosie R, Zainea V. Total laryngectomy – past, present, future. *Maedica (Bucur).* 2014;9(2):210–6.
 30. Rosow DE, Pan DR. Presbyphonia and Minimal Glottic Insufficiency. *Otolaryngol Clin North Am.* 2019;52(4):617–25. doi: 10.1016/j.otc.2019.03.005.
 31. Ward EC, van Ass-Brooks CJ. Head and neck cancer: treatment, rehabilitation, and outcomes. 2. izd. San Diego: Plural Publishing; 2014, str. 275.
 32. Maruthy S, Mallet MK, Bellur R. Comparison of esophageal and tracheoesophageal speech modes in dual-mode alaryngeal speakers. *J Laryngol Voice.* 2014;4:6–11.