

UTJECAJ VRSTE ALARINGEALNE FONACIJE NA AKUSTIČKE PARAMETRE GLASA I PROZODIJSKE ELEMENTE GOVORA

Širić, Ljiljana

Doctoral thesis / Disertacija

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj
Strossmayer University of Osijek, Faculty of Medicine / Sveučilište Josipa Jurja
Strossmayera u Osijeku, Medicinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:152:201800>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-17**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Medicine Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

MEDICINSKI FAKULTET OSIJEK

Ljiljana Širić

**UTJECAJ VRSTE ALARINGEALNE FONACIJE NA
AKUSTIČKE PARAMETRE GLASA I PROZODIJSKE
ELEMENTE GOVORA**

Doktorska disertacija

Osijek, 2017.

Disertacija je izrađena na Klinici za otorinolaringologiju i kirurgiju glave i vrata
Kliničkog bolničkog centra Osijek.

Rad ima 90 listova.

Mentor rada: prof. dr. sc. Drago Prgomet, dr. med., spec. ORL, subspec. plastične
kirurgije glave i vrata

Komentor rada: prof. dr. sc. Natalija Bolfan Stošić, prof. logoped

ZAHVALE

Zahvaljujem mentoru prof. dr. sc. Dragi Prgometu i komentorici prof. dr. sc. Nataliji Bolfan Stošić na prihvaćanju mentorstva i na stručnoj pomoći pruženoj tijekom izrade ovog rada.

Zahvaljujem svojim kolegicama, profesoricama logopedije, Marijani Balažinec i Heleni Obučini, na tehničkoj pomoći, te liječnici prim. dr. sc. Marineli Rosso na stručnim savjetima.

Zahvaljujem profesorici matematike i fizike Kristini Kralik na pomoći tijekom statističke analize podataka.

Zahvaljujem svojim prijateljima: profesorici engleskog jezika i književnosti Mirni Brunčić, profesorici hrvatskog jezika i književnosti Kristini Kovač, te inženjeru elektrotehnike Slavenu Bogdanu, na stručnim savjetima i pomoći iz oblasti njihovih struka.

Zahvaljujem inženjeru strojarstva Daliboru Matiću i djelatnicima tvrtke Inspekt-ing d.o.o. na akustičkom mjerenju prostorije u kojoj je snimanje glasa izvršeno.

Zahvaljujem svim pacijentima koji su pristali sudjelovati u ovom istraživanju u ulozi ispitanika.

Na kraju, zahvaljujem svojim roditeljima i obitelji, koji su mi omogućili školovanje i koji su mi, od početka mog rada, te stručnog i znanstvenog usavršavanja, pružali podršku i pomoć svojim znanjem, iskustvom i savjetima.

Ovaj rad posvećujem

Ladislavu Köhleru,

najboljem djedu.

I. SADRŽAJ

| | |
|---|----|
| 1. UVOD..... | 1 |
| 1. 1. Karcinom grkljana | 2 |
| 1.1.1. Etiologija karcinoma grkljana | 2 |
| 1.1.2. Klasifikacija karcinoma grkljana | 3 |
| 1.1.3. Simptomi karcinoma grkljana..... | 6 |
| 1.1.4. Tijek bolesti i širenje | 6 |
| 1.2. Liječenje karcinoma grkljana | 7 |
| 1.2.1. Kirurško liječenje..... | 8 |
| 1.2.2. Onkološko liječenje..... | 9 |
| 1.2.3. Anatomske – fiziološke promjene nakon totalne laringektomije i radioterapije | 10 |
| 1. 3. Glasovno – govorna rehabilitacija | 11 |
| 1.3.1. Traheozofagealni glas i govor..... | 12 |
| 1.3.2. Ezofagealni glas i govor..... | 14 |
| 1.3.3. Govorni aparati | 15 |
| 1.3.4. Procjena uspješnosti glasovno-govorne rehabilitacije | 17 |
| 1. 4. Akustika i audiotehnika..... | 18 |
| 1.4.1. Akustički parametri prostora | 18 |
| 1.4.2. Akustički parametri laringealnog glasa | 19 |
| 1.4.3. Audiotehnička oprema | 22 |
| 1.4.4. Računalno snimanje i obrada glasa..... | 23 |
| 1. 5. Prozodija govora | 24 |
| 1.5.1. Prozodijski elementi govora | 25 |
| 1.5.2. Naglasni sustav hrvatskog jezika..... | 26 |

| | |
|--|-----------|
| 1.5.3. Intonacijski modeli | 26 |
| 1.5.4. Percepcija i sociofonetska poželjnost naglaska..... | 27 |
| 1.5.5. Optimalno ostvarenje prozodijskih obilježja | 27 |
| 2. HIPOTEZE | 28 |
| 3. CILJEVI ISTRAŽIVANJA | 29 |
| 4. ISPITANICI I METODE..... | 30 |
| 4. 1. Ispitanici | 30 |
| 4.1.1. Kriteriji uključivanja | 30 |
| 4.1.2. Kriteriji isključivanja..... | 31 |
| 4.1.3. Postupak s ispitanicima | 31 |
| 4. 2. Metode | 32 |
| 4.2.1. Akustička analiza glasovnog uzorka | 33 |
| 4.2.2. Procjena prozodijskih obilježja četverokomponentnom ljestvicom i testni materijal | 34 |
| 4.2.3. Statistička priprema i obrada podataka | 35 |
| 5. REZULTATI | 36 |
| 5. 1. Deskriptivna analiza uzorka | 36 |
| 5. 2. Analiza akustičkih parametara alaringealnog glasa | 41 |
| 5. 3. Analiza prozodijskih elemenata alaringealnog govora | 42 |
| 5. 4. Relacije akustičkih i prozodijskih obilježja alaringealnog glasa i govora | 46 |
| 6. RASPRAVA | 48 |
| 6. 1. Analiza deskriptivnih podataka | 48 |
| 6. 2. Analiza kvalitete alaringealnog glasa | 53 |
| 6. 3. Analiza ostvarenja prozodijskih obilježja alaringealnim govorom..... | 57 |
| 6. 4. Korelacija akustičkih i prozodijskih obilježja | 60 |
| 6. 5. Ograničavajući faktori istraživanja | 62 |

| | |
|-----------------------------|-----------|
| 7. ZAKLJUČAK | 64 |
| 8. SAŽETAK | 67 |
| 9. SUMMARY | 70 |
| 10. LITERATURA | 73 |
| 11. ŽIVOTOPIS | 87 |
| 12. PRILOZI | 90 |

II. POPIS KRATICA

| | |
|---------|--|
| AGV | automatski govorni ventil |
| AJCC | Američko društvo za rak (<i>eng. American Joint Committee on Cancer</i>) |
| AM | intonacijski model |
| DDR | sinkrono dinamičko sučelje memorije s izravnim pristupom (<i>eng. Double Data Rate</i>) |
| DSP | digitalno signalno procesiranje |
| EG | ezofagealni glas/govor |
| ELG | elektrolaringealni glas/govor |
| EISA | sabirnica (<i>eng. Extended Industry Standard Architecture</i>) |
| FFT | matematički algoritam za spektralnu analizu zvučnog signala: brza Fourierova transformacija (<i>eng. Fast Fourier Transform</i>) |
| GB | gigabajt, jedinica mjere količine podataka u računarstvu (<i>eng. gigabyte</i>) |
| GHz | gigahertz, mjerna jedinica frekvencije ($1 \text{ GHz} = 10^9 \text{ Hz}$) |
| GP | govorna proteza |
| Gy | dozimetrijska jedinica za gama ionizirajuće zračenje |
| HD | visoka gustoća (<i>eng. High Density (System/Server)</i>) |
| HDD | tvrdi disk računala (<i>eng. Hard Disk Drive</i>) |
| HME | izmjenjivač vlage i temperature zraka (<i>eng. Heat and moisture exchanger</i>) |
| HNR | omjer signal – šum (<i>eng. Harmonic to noise ratio</i>) |
| hPa | hektopaskal, mjerna jedinica za tlak; standardna mjerna jedinica za tlak prema SI sustavu je Pascal ($1 \text{ hPa} = 100 \text{ Pa}$) |
| HPV | humani papilomavirus |
| HRS | Harrison – Robillard – Schultz skala |
| Hz | hertz, mjerna jedinica frekvencije prema SI sustavu |
| ICV | moždani udar (<i>lat. Insultus cerebrovascularis</i>) |
| IMRT | intenzitetski modulirana radioterapija s 3D prikazom tijela |
| INTSINT | međunarodni transkripcijski sustav za intonaciju (<i>eng. International Transcription System for Intonation</i>) |
| IPO | Institut za perceptivna istraživanja (<i>eng. Institute for Perception Research in Eindhoven</i>) |

| | |
|------|---|
| ISA | 16-bitna podatkovna sabirnica za osobno računalo (<i>eng. Industry Standard Architecture</i>) |
| KBC | Klinički bolnički centar |
| KIM | Kielski intonacijski model (<i>eng. Kiel Intonation Model</i>) |
| KT | kemoterapija |
| LPC | spektralna analiza glasa koja se dobije iz FFT analize: linearno predkazujuće šifriranje (<i>eng. Linear Predictive Coding</i>) |
| MR | mentalna retardacija |
| NGS | nazogastrična sonda |
| ORL | otorinolaringologija |
| PCI | ime računalne sabirnice koja je zamijenila ISA, odnosno EISA sabirnicu u osobnim računalima (<i>eng. Peripheral Component Interconnect</i>) |
| RAM | računalna memorija s nasumičnim pristupom (<i>eng. Random Access Memory</i>) |
| RKT | radiokemoterapija |
| RT | radioterapija |
| SI | međunarodni sustav mjernih jedinica (<i>franc. Système International d'Unités</i>) |
| SMU | Svjetsko medicinsko udruženje |
| SPSS | Statistički paket za društvene znanosti (<i>eng. Statistical Package for the Social Science</i>) |
| SSS | srednja stručna sprema |
| T | tera, prefiks mjerne jedinice prema SI sustavu, 10^{12} |
| TEF | traheozofagealna fistula |
| TEG | traheozofagealni glas/govor |
| TEP | traheozofagealna punkcija |
| VGA | video-grafički akcelerator (<i>eng. Video Graphics Array</i>) |
| VSS | visoka stručna sprema |

III. POPIS TABLICA

| | |
|--|----|
| Tablica 1. 1.: Određivanje stadija tumora | 5 |
| Tablica 1. 2.: Prosječne vrijednosti akustičkih parametara laringealnog glasa | 20 |
| Tablica 5.1.: Raspodjela ispitanika po spolu u skupinama | 36 |
| Tablica 5.2.: Raspodjela ispitanika prema životnoj dobi unutar skupina | 36 |
| Tablica 5.3.: Raspodjela ispitanika prema mjestu stanovanja unutar skupina | 37 |
| Tablica 5.4.: Raspodjela ispitanika prema razini obrazovanja unutar skupina | 37 |
| Tablica 5.5.: Raspodjela ispitanika prema provedenoj onkološkoj terapiji unutar skupina | 38 |
| Tablica 5.6.: Raspodjela ispitanika prema vremenu ugradnje GP | 38 |
| Tablica 5.7.: Prosječno vrijeme proteklo od operacije prema skupinama | 38 |
| Tablica 5.8.: Vrijeme trajanja rehabilitacije prema dvije skupine | 39 |
| Tablica 5.9.: Raspodjela ispitanika prema bodovima na HRS podskalama | 40 |
| Tablica 5.10.: Raspodjela ispitanika prema ukupnom broju bodova na HRS skali | 40 |
| Tablica 5.11.: Raspodjela ispitanika prema ocjeni ezofagealnog glasa i govora po Stankovićevoj ljestvici | 40 |
| Tablica 5.12.: Srednje vrijednosti akustičkih parametara prema skupinama | 41 |
| Tablica 5.13.: Značajnost razlike akustičkih parametara između skupina | 42 |
| Tablica 5.14.: Ispitanici prema melodiji i skupinama | 43 |
| Tablica 5.15.: Ispitanici prema naglasku i skupinama | 43 |
| Tablica 5.16.: Ispitanici prema stankama i skupinama | 44 |
| Tablica 5.17.: Ispitanici prema ritmu i skupinama | 44 |
| Tablica 5.18.: Srednje vrijednosti melodije, naglaska, stanki i ritma prema skupinama | 45 |
| Tablica 5.19.: Spearmanova ocjena povezanosti melodije i naglaska s minimalnom i maksimalnom frekvencijom | 46 |
| Tablica 5.20.: Spearmanova ocjena povezanosti melodije i naglaska s frekvencijskim rasponom | 47 |
| Tablica 5.21.: Spearmanova ocjena povezanosti stanki s ritmom | 47 |

IV. POPIS SLIKA

| | |
|--|----|
| Slika 1.1.: Govorna proteza..... | 13 |
| Slika 1.2.: Automatski govorni ventil/HME kasete..... | 13 |
| Slika 1.3.: Elektrolarinks..... | 15 |

1. UVOD

Grkljan ima višestruke važne funkcije: zaštitnu, respiratornu, fonatornu, potpornu, sekretornu, gustatornu i emotivnu. S obzirom na filogenetski razvoj, prvotno je postojala funkcija zaštite dišnog puta tijekom gutanja, te fiziološka respiratorna funkcija. Sekundarno se razvila fonatorna funkcija sa svrhom komunikacijsko – socijalnog ostvarenja. Sposobnost glasnog govora jedinstvena je i temeljna ljudska osobina koja omogućuje i unapređuje mnoge aktivnosti svakodnevnog života. Nastanak glasa čine tri osnovna elementa: zračna struja, glasnice i rezonatori. Glasnice koje vibriraju pod utjecajem zračne struje daju osnovni laringealni ton, a prolaskom kroz rezonantne šupljine taj ton dobiva boju, čujnost i glasnoću (1).

Poremećaj anatomskih odnosa ili funkcionalne aktivnosti u području vrata može utjecati u određenoj mjeri na uredno izvođenje jedne ili više funkcija istovremeno (2, 3). Gubitak grkljana kao generatora glasa ostavlja višestruke trajne posljedice na laringektomiranu osobu. Jedna od posljedica je onemogućena glasna verbalna komunikacija, i posljedično tome, reducirana kvaliteta socijalnog kontakta laringektomiranog pacijenta (4). Nemogućnost glasnog govora dovodi do poražavajućeg smanjenja kvalitete života pacijenta i izaziva u manjoj ili većoj mjeri frustraciju zbog njihove otežane sposobnosti učinkovite i uspješne komunikacije s okolinom. Zbog toga je glasovno – govorna rehabilitacija primarna u postoperativnom periodu.

Laringektomirane osobe rehabilitiraju se primjenom jedne od tri postojeće metode nadomjesnog alaringealnog govora: ugradnjom traheoezofagealne proteze, učenjem ezofagealnog govora ili primjenom elektrolarinksa (5-8). Svrha rehabilitacije je reintegrirati laringektomiranog pacijenta u socijalnu sredinu, a kako bi se to postiglo uspostavljeni nadomjesni govor mora zadovoljavati određene kvalitativne kriterije koji neovisno o različitim okolinskim komunikacijskim uvjetima omogućuju adekvatan socijalni kontakt i samostalno funkcioniranje laringektomirane osobe (9-11).

1. 1. Karcinom grkljana

Karcinom grkljana u svijetu obuhvaća 1–3% svih karcinoma, no smatra se najčešćim malignim tumorom glave i vrata zbog pojavnosti 20–28%. Češći je u muškaraca gdje čini 2 – 5% svih malignih tumora, dok kod žena čini 0,3%, te se smatra rijetkim (12). S obzirom na životnu dob, češće pogađa osobe starije životne dobi, u 70% slučajeva između pedesete i sedamdesete godine života. Tek 0,5% slučajeva čine bolesnici mlađi od trideset godina (13). Incidencija je različita ovisno o državi: nižu incidenciju imaju skandinavske zemlje (Finska, Norveška, Švedska), 3/100 000, a višu Italija, Španjolska, Francuska, 10/100 000 (14). U Republici Hrvatskoj registrirane su 3622 oboljele osobe u vremenskom razdoblju od 1998. do 2006. godine. Prema spolu, incidencija u našoj državi je viša kod muškaraca, a iznosi 17/100 000, dok je kod žena znatno niža, 1,4/100 000 (15). Na području Osječko – baranjske županije u vremenskom razdoblju od 1999. do 2008. godine incidencija je bila 13,4/100 000 kod muškaraca, a 0,9/100 000 kod žena, što se smatra izuzetno visokom (16).

1.1.1. Etiologija karcinoma grkljana

Uzrok nastanka karcinoma grkljana još uvijek nije poznat, no njihovu pojavnost i razvoj povećavaju mnogi rizični čimbenici kao što su konzumiranje alkoholnih pića i duhanskih proizvoda, ionizacijsko zračenje, kronične upale, te termička oštećenja sluznice. (17-23). Čimbenici koji najviše pridonose razvoju karcinoma su kontinuirano dugogodišnje pušenje duhanskih proizvoda u interakciji s konzumacijom žestokih alkoholnih pića. Rizik za nastanak karcinoma kod pušača veći je 5–35 puta, a kod osoba koje uživaju alkohol 2–5 puta (24). Za nastanak karcinoma svakako je značajna i genetička predispozicija, iako je točan utjecaj genskih faktora u karcinogenezi još u procesu istraživanja. Epigenetski markeri koji omogućuju i potpomažu otkrivanju i praćenju još nisu identificirani (25). Prema Kreimeru i sur., endogeni faktori koji pospješuju nastanak tumora su izolirani visokorizični aktivni HPV tipovi, u 80% slučajeva tip 16 (26). Gastroezofagealni refluks je još jedan potencijalni endogeni faktor koji se često nalazi u visokom postotku, 68–87% kod oboljelih osoba (27). Rosso i sur. (2010.) našli su povezanost laringokele s pojavnosti karcinoma grkljana (28). Veću predispoziciju za razvoj karcinoma imaju bolesnici liječeni radioaktivnim jodom, kao i osobe izložene ionizirajućem zračenju kroz duži

vremenski period (29). Također, frekvencija pojavnosti retrokrikoidnog karcinoma povezana je s Plummer – Vinsonovim sindromom (30). Osobe s papilomatozom grkljanske sluznice imaju veći rizik za nastanak karcinoma (29).

1.1.2. Klasifikacija karcinoma grkljana

Prema lokalizaciji zloćudni tumori grkljana svrstani su u supraglotičke, glotičke i subglotičke. Supraglotičku regiju čine ventrikularni nabori, epiglotis, ariepiglotski nabori, Morgagnijev ventrikul i aritenoidi. Tumori ove regije uglavnom se kasno dijagnosticiraju zbog nespecifičnih simptoma, te vrlo brzo metastaziraju u lokalne i regionalne limfne čvorove. Glotičku regiju čine glasnice, prednja i stražnja komisura. Brzo uzrokuju promuklost, te se uglavnom rano dijagnosticiraju. Tumori koji primarno rastu u subglotičnom prostoru ili na donjem rubu glasnice imaju tendenciju širenja u subglotični prostor, te se rano dijagnosticiraju zbog brze opstrukcije dišnog puta i ranih metastaza u lokalne i regionalne limfne čvorove.

TNM klasifikacija tumora:

T – oznaka veličine primarnog tumora

N – oznaka proširenosti metastaza u limfnim čvorovima;

M – oznaka udaljenih metastaza.

Primarni tumor (T)

TX – primarni tumor se ne može odrediti;

TO – nema znakova primarnog tumora;

Tis – karcinom in situ.

Supraglotis:

T1 – tumor ograničen na područje supraglotisa, uz urednu pokretljivost glasnica;

T2 – tumor zahvaća više od jednog područja supraglotisa ili glotisa, uz urednu pokretljivost glasnica;

T3 – tumor ograničen na područje grkljana s fiksacijom glasnice, sa širenjem na postkrikoidno područje, medijalni zid piriformnog sinusa ili preepiglotski prostor;

T4 – tumor se širi kroz tireoidnu hrskavicu i/ili na okolno tkivo.

Subglotis:

T1 – tumor ograničen na subglotično područje;

T2 – tumor se širi na jednu ili obje glasnice s urednom ili ograničenom pokretljivošću;

T3 – tumor je ograničen na grkljan s fiksacijom jedne ili obje glasnice;

T4 – tumor se širi kroz štitnu hrskavicu i/ili okolno tkivo.

Glottis:

T1 – tumor ograničen na glasnicu(e)/može se širiti na prednju ili stražnju komisuru s urednom pokretljivošću;

T1a – tumor ograničen na jednu glasnicu;

T1b – tumor zahvaća obje glasnice;

T2 – tumor se širi na supraglotis i/ili glottis, s urednom ili ograničenom pokretljivošću glasnica;

T3 – tumor ograničen na grkljan s fiksacijom jedne ili obje glasnice;

T4 – tumor se širi kroz tiroidnu hrskavicu i/ili na okolno tkivo;

Regionalni limfni čvorovi na vratu (N):

NX – regionalni limfni čvorovi se ne mogu odrediti;

NO – nema znakova zahvaćenosti regionalnih limfnih čvorova;

N1 – metastaza je u jednom ipsilateralnom limfnom čvoru, do 3 cm veličine;

N2 – metastaza je u jednom ipsilateralnom limfnom čvoru većem od 3 cm, a manjem od 6 cm u najvećem promjeru ili u multiplim ipsilateralnim limfnim čvorovima, ne većim od 6 cm u najvećem promjeru, ili bilateralno, ili u kontralateralnom limfnom čvoru, ne većem od 6 cm u najvećem promjeru;

N3 – metastaze su u limfnom čvoru, većeg promjera.

Udaljene metastaze (M):

MX – udaljene metastaze se ne mogu odrediti;

MO – nema znakova udaljenih metastaza;

M1 – postoje znakovi udaljenih metastaza (29).

Tablica 1. 1.: Određivanje stadija tumora

| Stadij | Tumor | Metastaze u regionalnim limfnim čvorovima | Udaljene metastaze |
|--------|----------------|---|--------------------|
| I | T1 | N0 | M0 |
| II | T2 | N0 | M0 |
| III | T3 | N0 | M0 |
| | T1, T2, T3 | N1 | M0 |
| IV | T4 | N1, N2, N3 | M0 |
| | T1, T2, T3, T4 | N1, N2, N3 | M1 |

(31).

Prema histološkom tipu, karcinom je maligni tumor epitelnog porijekla. Najčešće, oko 95% laringealnih karcinoma, čini planocelularni karcinom (karcinom pločastih stanica), a rjeđe se javlja adenoidcistični i neuroendokrini karcinom. Među planocelularnim karcinomima postoje klasični, najčešći, te rjeđi: verukozni, bazaloidni i karcinom vretenastih stanica (4). Adenoidcistični karcinomi češći su u supraglotisu, a nastaju iz seromucinoznih žlijezda i malih slinovnica. Pojava melanoma i sarkoma, najčešće hondrosarkoma, rijetka je, ali moguća na grkljanu (29, 32). Karcinom grkljana najčešće se razvija na samoj glasnici, ali se može razvijati i iznad ili ispod nje, na epiglotisu, ariepiglottičnim naborima ili u piriformnim sinusima.

Sluznica izložena kontinuiranim okolišnim karcinogenima pokazuje hiperplaziju pločastih epitelnih stanica sa žarištima displazije (32). Prema preporuci AJCC, tumori se gradiraju ovisno o stupnju diferenciranosti, odnosno histološkom gradusu tumora. Tako se karcinomi gradiraju na slabo, srednje i dobro diferencirane. Dobro diferencirani (gradus I – G1) karcinom vrlo je sličan normalnom pločastom epitelu, a obilježavaju ga rijetke mitoze i polimorfizam jezgri, te obilna keratinizacija. Umjereno diferencirani (gradus II – G2) karcinom ima vidljive mitoze i abnormalne mitoze, jasan pleomorfizam jezgri i manje izraženu keratinizaciju. Slabo diferencirani (gradus III – G3) karcinom tvore nezrele stanice minimalne keratinizacije s tipičnim i atipičnim mitozama (33, 34).

1.1.3. Simptomi karcinoma grkljana

Simptomi tumora grkljana javljaju se relativno rano i ovise o lokalizaciji i stadiju bolesti. Najčešće su lokalizirani na glotisu. Klinički znakovi karcinoma glotisa i subglotisa su promuklost, dispneja, stridor i penetracija hrskavice uz palpabilnu masu vrata. Kad se radi o karcinomu supraglotisa, uz dispneju i stridor, često se javljaju odinofagija i disfagija, te palpabilni limfni čvorovi na vratu i gubitak tjelesne težine (35). Uvećani limfni čvorovi vrata javljaju se u uznapredovalom stadiju bolesti, odnosno kod regionalno proširene bolesti. Osjećaj stranog tijela u grlu, grlobolja, sukrvav iskašljaj, neugodan zadah iz usne šupljine i bol u uhu još su neki klinički znakovi tumora (4).

1.1.4. Tijek bolesti i širenje

Širenje karcinoma ovisi o prirodnim barijerama i razvijenosti mreže limfnih i krvnih žila. Supraglotičke, glotičke i subglotičke strukture imaju različito embriološko porijeklo i odvojenu limfnu drenažu.

Glotički karcinom širi se lokalno i metastazira ukoliko se proširi na okolne regije s obilnim limfocitima s obzirom da glotis ima slabo razvijenu limfnu mrežu. Najčešće zahvaća prednje dvije trećine glasnica i širi se lateralno prema paraglotisu i dolje prema subglotisu. Kroz krikotiroidnu membranu izlazi izvan grkljana. Ukoliko se širi prema gore, ide prema preepiglotičkom prostoru, a moguće je i širenje u prednju komisuru. Metastazira u drugu, treću, četvrtu i šestu regiju vrata.

Supraglotički karcinom širi se lokalno i rano metastazira. Karcinom ventrikularnih nabora širi se u prednju komisuru, ariepiglotski nabor i epiglotis, a karcinom Morgagnijevih ventrikulusa širi se u paraglotis i ventrikularne nabore. Nema običaj širiti se na glotis, osim u uznapredovalom stadiju. Karcinom suprahoidnog dijela epiglotisa kreće se prema bazi jezika kroz valekule.

Transglotički karcinom zahvaća dvije ili sve tri regije grkljana.

Subglotički karcinom većinom se širi prema dušniku, ali može zahvatiti i tiroidnu hrskavicu i žlijezdu kroz krikotiroidnu membranu. Ukoliko se širi natrag,

zahvaća jednjak, krikoaritenoidni zglob ili hipofarinks. Metastazira u pretrahealne i supraklavikularne limfne čvorove ili u paratrahealne i medijastinalne limfne čvorove. Za razliku od ostalih karcinoma, češće daje udaljene metastaze pluća i kostiju (36).

1.2. Liječenje karcinoma grkljana

Liječenje obuhvaća niz terapijskih postupaka ovisno o lokalizaciji tumora, stadiju bolesti, životnoj dobi pacijenta, općem stanju i komorbiditetu, a ima dva osnovna cilja: kontrolu i liječenje bolesti, te očuvanje vitalnih funkcija. Terapijski postupci uključuju kirurško liječenje, radioterapiju (RT), kemoterapiju (KT) ili njihovu kombinaciju, te rehabilitaciju (34). Liječenju se pristupa interdisciplinarno onkološkim timom koji uključuje otorinolaringologa – kirurga glave i vrata, patologa, radiologa, onkologa radioterapeuta, logopeda i psihologa. Po potrebi, uključuju se i stručnjaci drugih profila (37). Kod pacijenata kod kojih nijedan od navedenih modaliteta liječenja nije moguć indicira se simptomatska suportivna terapija i palijativno liječenje.

Kirurško liječenje provodi se svakako kod uznapredovalih i proširenih karcinoma, ali i kod manjih tumorskih lezija koje je moguće odstraniti endoskopski i laserom. Ukoliko to primarna bolest dopušta pristupa se načelom poštudne kirurgije, odnosno parcijalnim zahvatima koji omogućuju odstranjivanje tumora s dijelom grkljana dok zdravo tkivo i djelomična funkcija ostaju očuvani.

Radioterapija primjenjuje se primarno i jedino kod liječenja manjih tumora kada bolesnikovo opće stanje ne dopušta primjenu funkcionalne kirurgije ili kod uznapredovale bolesti (karcinomi T3 i T4 stupnja) kao adjuvantna terapija i palijativna terapija s ciljem olakšavanja smetnji. Ponekad se kombinira s kemoterapijom.

Za tumore stadija I i neke tumore stadija II moguć je izbor samo jedne metode liječenja, obično ekscizije tumora ili primarne terapije zračenjem (38).

1.2.1. Kirurško liječenje

Laringektomija podrazumijeva kirurški zahvat kojim se odstranjuje grkljan, djelomično ili u cijelosti, ovisno o stadiju bolesti. Ako se karcinom dijagnosticira u ranom stadiju pristupa se parcijalnom operativnom zahvatu. Ovisno o primarnom sijelu tumora odabire se vertikalna, horizontalna ili tročetvrtinska laringektomija. Near-total, odnosno gotovo totalna laringektomija, radi se pri liječenju uznapredovalih tumora bez zahvaćanja interaritenoidne i postkrikoidne regije. Horizontalne, vertikalne, tričetvrtinske, near-total laringektomije, te transcervikalne kordektomije pripadaju u otvorene parcijalne laringektomije. Nakon ovih zahvata kirurg radi rekonstrukciju ostatka grkljana kako bi očuvao najvažnije njegove funkcije: disanje, gutanje i fonaciju (37, 39).

Totalnom laringektomijom odstranjuju se sve strukture grkljana. Ukoliko se uz grkljan odstranjuju i dijelovi hipofarinksa radi se o laringofaringektomiji. Ponekad je potrebno odstraniti i okolne strukture: dijelove dušnika, dijelove baze jezika, prelaringealnih mišića, tiroidne žlijezde i kože vrata što uključuje proširenu totalnu laringektomiju. Zahvat se izvodi u općoj anesteziji, a prethodno se učini traheotomija i formira se trajna traheostoma. Neposredno nakon zahvata plasira se endotrahealna kanila u područje traheostome kako bi se spriječilo njeno sužavanje, odnosno osiguralo disanje osobi. Navedenim zahvatima trajno se odvaja donji i gornji dio dišnog puta i razdvaja se dišni put od probavnog (40).

Uz laringektomiju izvodi se disekcija vrata, kirurški postupak kojim se odstranjuju limfni putovi i limfni čvorovi vrata. Dijelovi sluznice grkljana dreniraju se u određene skupine limfnih čvorova, pa je moguća presumpcija metastaziranja u regionalne limfne čvorove. Tretiranje lokoregionalnih metastaza je kirurško samo kada je proces operabilan, u protivnom se indicira RT ili KT. Postoji više vrsta disekcija, ovisno o kirurškom pristupu. Kriteriji za odabir vrste disekcije su lokalizacija i veličina primarnog tumora i status limfnih čvorova na vratu. Prema Američkoj akademiji za otorinolaringologiju i kirurgiju glave i vrata disekcija vrata može biti selektivna, radikalna, modificirana radikalna i proširena radikalna (41). S obzirom na nodalni status vrata, dijele se na elektivne i terapijske disekcije, a vrše se jednostrano ili obostrano (42).

1.2.2. Onkološko liječenje

Radioterapija, kemoterapija, te njihova kombinacija (RKT) pripada modalitetima konzervativnog onkološkog liječenja karcinoma grkljana. Onkološki tim odabire vrstu liječenja individualiziranim pristupom svakom bolesniku, kao i njen oblik – primarne, samostalne, ili sekundarne terapije nakon kirurškog zahvata.

Radioterapija primjenjuje se kao primarna metoda liječenja u svim stadijima bolesti kada kirurški zahvat nije indiciran odlukom stručnog tima. Prednost RT je očuvanje funkcije organa i relativno zadovoljavajući kozmetički učinak u odnosu na kirurški pristup. Zračenje se provodi klasičnim frakcioniranjem 2 Gy/dan tijekom 6,5 – 7 tjedana. Moguće je i hiperfrakcioniranje, ako se aplicira manja pojedinačna doza dvaput dnevno s ukupno većom dozom zračenja, ili akceleriranim zračenjem aplikacijom jednake doze zračenja primjenom višestrukih dnevnih frakcija u kraćem vremenskom periodu. Prednost hiperfrakcioniranja je bolja kontrola bolesti, no nedostatak su izraženije akutne posljedice zračenja. S IMRT postiže se bolje očuvanje okolnih struktura, osobito parotidne žlijezde i kralježničke moždine (35).

Adjuvantna RT primjenjuje se postoperativno u slučaju ekstralaringealnog širenja, invazije laringealnih hrskavica, dokazanim metastazama u limfnim čvorovima vrata, donjim jugularnim i medijastinalnim limfnim čvorovima, metastazama u više vratnih regija i kod uznapredovalih (T3 i T4) tumora slabe diferencijacije.

Kemoterapija je liječenje primjenom citostatika koji vaskularno – cirkulatornim putem djeluje na cijeli organizam. Prema Lefebvreu, primjena KT može biti indukcijska ili adjuvantna. Može biti i adjuvantna – dodatna, poslije prethodne kirurgije ili RT, ili palijativna – antidolorozna. Primjenjuje se u liječenju uznapredovalih tumora sa svrhom redukcije primarnog tumora i udaljenih metastaza, te očuvanja funkcije organa i poboljšanje lokoregionalne kontrole bolesti. Indukcijska KT dokazano smanjuje incidenciju udaljenih metastaza, ali ne utječe na preživljenje (43). Krajem 20. st. zaživila je „strategija očuvanja grkljana“ (*eng. Larynx preservation strategy*) koja preferira nekirurško liječenje čak i uznapredovalih karcinoma, a sastoji se od RT kombinirane s indukcijskom KT i konkomitantne KRT. Ipak, niz studija pokazao je ukupno bolje preživljenje kirurški liječenih bolesnika (44, 45).

1.2.3. Anatomsko – fiziološke promjene nakon totalne laringektomije i radioterapije

Totalnom laringektomijom grkljan se potpuno odstranjuje skupa s jezičnom kosti odozgo prema dolje otvaranjem ždrijela u području valemula ukoliko se radi o subglotičnom karcinomu, a odozdo prema gore otvaranjem dušnika ako se radi o supraglotičnom karcinomu. Defekt hipofarinksa se rekonstruira, a šav može biti različit ovisno o nizu čimbenika (silama napetosti, količini ostatne sluznice, te mišića jednjaka i hipofarinksa) (37). Baza jezika tada čini anastomozu s neofarinksom. Ponekad dolazi do retrakcije baze jezika, promjene tonusa faringozofagealnog segmenta, proširenja prednjeg zida ždrijela ili suženja jednjaka što može uzrokovati disfagiju u 10–58% slučajeva (46). Rekonstrukcija gornjeg dijela jednjaka i hipofarinksa bitna je za funkciju gutanja, produkciju alaringealnog glasa i smanjenje komplikacija nakon kirurškog liječenja. Trajna traheostoma formira se šivanjem kože uz slobodni rub hrskavice dušnika (37).

Kod traheotomiranih i laringektomiranih osoba dišni put značajno je skraćen, te počinje u području traheostome. Na taj se način gubi bitna funkcija gornjih dišnih putova. Disanjem na nos zrak se prirodno zagrijava, pročišćuje i ovlažuje prije ulaska u gornje i donje dišne puteve. Disanje na traheostomu uzrokuje promjene respiratornog epitela, pojačano stvaranje mukusa, kroničnu inflamaciju lamine proprie i učestalije infekcije donjih dišnih puteva. Za prevenciju navedenih posljedica bolesnicima se preporučuje svakodnevna upotreba kasete za održavanje vlažnosti i temperature zraka (*eng. Heat and Moisture Exchanger, HME*) koje se jednostavno plasiraju na endotrahealnu kanilu ili samoljepljivi držač. HME kasete sadrži filtar s impregniranim klorheksidinom i litijevim kloridom (47). Djeluje na način da pomoću ugrađenog filtra zadržava nepoželjne čestice, skuplja deponiranu vlagu i zagrijava zrak tijekom inspiracije (48). Prolazak udahnutog zraka kroz filtar povećava otpor disanju. Nekoliko provedenih istraživanja pokazuje značajno povoljan utjecaj upotrebe HME kasete na smanjenje nepoželjnih simptoma i status sluznice dušnika (4, 49, 50).

Nedostatak fiziološkog podražaja olfaktornih receptora dovodi do kliničkih, histoloških i citoloških promjena nazalne sluznice, odnosno do atrofije olfaktornog neuroepitela, a bolesnik ima značajno reduciran (hiposmiju) ili potpuno onemogućen osjet mirisa (anosmiju) (51). Provedene studije pokazuju da se redukcija i gubitak

olfaktorne funkcije javlja kod 35–78% laringektomiranih osoba (52, 53). Zbog toga je nužna olfaktorna rehabilitacija, a provodi ju logoped koji laringektomiranog pacijenta uči tehnike aktivnog njušenja.

Disfunkcija osjetila njuha kod određenog broja pacijenata proporcionalno uzrokuje i redukciju osjeta okusa. U uskoj vezi s ovom posljedicom su i smetnje gutanja nakon laringektomije. Neposredno nakon operacije funkcija gutanja je onemogućena tijekom cijeljenja rane, te se prehrana bolesnika nekoliko dana odvija putem NGS. RT, kao i postoperativne infekcije mogu izazvati stvaranje ožiljka orofaringealnog segmenta ili stenozu orofaringealnog i ezofagealnog segmenta (54). Ostale posljedice RT su mišićna fibroza, kserostomija, te nedostatak zuba. Zajedno su odgovorne za disfagiju (otežano gutanje) i odinofagiju (bolno gutanje) koje se javljaju kod 10–60% bolesnika (55).

Jedna u nizu značajnih trajnih promjena je svakako i nemogućnost glasnog laringealnog govora. Ova promjena uzrokuje privremenu socijalnu deprivaciju i narušava kvalitetu života laringektomirane osobe, jer sa sobom povlači ograničenja u ostalim sferama. Postoperativno, postignut rehabilitacijom, budući alaringealni glas stvarat će se u području prijelaza jednjaka u hipofarinks pod utjecajem zračne struje koja uzrokuje vibracije sluznice.

Osim produkcije glasa, grkljan u zdravih osoba sudjeluje u obavljanju fizioloških potreba, defekaciji i uriniranju, te u obavljanju radnji koje iziskuju napor kao što su penjanje i dizanje tereta, pa određeni broj laringektomiranih bolesnika ima poteškoće s obavljanjem navedenih radnji (56).

1. 3. Glasovno – govorna rehabilitacija

Rehabilitacija glasa nakon odstranjenja grkljana postoji više od 150 godina (57). Prvi poznati opis mogućeg načina produkcije alaringealnog glasa dao je Czermak 1859. g. Uspostavio je alaringealni glas preusmjeravanjem protoka zraka iz endotrahealne kanile kroz cijev u usta laringektomiranog bolesnika (58). Nakon što je Billroth 1873. g. izveo svoju prvu laringektomiju, njegov je pomoćnik, Gussenbauer, opremio pacijenta pneumatskom napravom koja je imala funkciju govornog aparata

(6, 57, 59). Sredinom 19. stoljeća otkrivena je rehabilitacija uspostavljanjem ezofagealnog glasa. Istodobno, koristile su se različite mehaničke naprave koje su prenosile vibracije i na taj način omogućavale glasan govor (60, 61). Sredinom 20. st. učinjena je prva traheoezofagealna fistula koja je omogućavala usmjeravanje zračne struje do gornjeg dijela jednjaka i ždrijela (62). Nekoliko godina kasnije razvijena je govorna proteza po principu jednosmjernog propusnog ventila koji omogućuje protok zraka iz dušnika u jednjak, a sprječava prolazak hrane i tekućine iz jednjaka u dušnik.

Unazad nekoliko desetljeća, svjetski trend je što ranija rehabilitacija glasa i govora nakon laringektomije. Logoped s rehabilitacijom počinje prije operacije, kad pacijent biva upućen od otorinolaringologa – kirurga glave i vrata na prvi pregled i informativno-savjetodavni razgovor. Tada pacijent dobiva sve potrebne informacije o mogućnostima, tijeku i trajanju rehabilitacije, te o dostupnim vrstama nadomjesnog alaringealnog govora, kao i o plućnim i govornim pomagalicama za laringektomirane osobe. Poslije operacije provodi se individualna glasovno – govorna rehabilitacija prema unaprijed dogovorenoj metodi. Početak i vrsta rehabilitacije ovise o zdravstvenom, psihosocijalnom i socioekonomskom statusu bolesnika (63).

Pacijentima su na raspolaganju tri metode nadomjesnog glasa i govora:

1. Produkcija traheoezofagealnog glasa ugradnjom govorne proteze
2. Produkcija ezofagealnog glasa
3. Upotreba mehaničkih generatora akustičkih vibracija (64).

1.3.1. Traheoezofagealni glas i govor

Mogućnost produkcije traheoezofagealnog glasa podrazumijeva formiranje traheoezofagealne fistule (TEF) i ugradnju govorne proteze (GP) unutar TEF-e što predstavlja kiruršku metodu glasovne rehabilitacije. TEF se može formirati primarno, za vrijeme izvođenja totalne laringektomije, ili sekundarno, nekoliko mjeseci poslije totalne laringektomije, adjuvantnog onkološkog liječenja i nakon završenog postoperativnog i postradiološkog oporavka (65). TEF omogućuje komunikaciju između dušnika i jednjaka, što je za govor značajno, jer pacijent koristi pluća kao

rezervoar zraka potrebnog za fonaciju. GP funkcioniše po principu jednosmjernog ventila, te omogućuje prolaz zraka iz dušnika u jednjak, a sprječava aspiraciju sadržaja iz jednjaka u dušnik. Današnja GP izrađena je od kvalitetnog silikonskog hidrofobnog materijala otpornog na mikroorganizme što joj omogućuje duži vijek trajanja (66).

GP vremenski različito traje kod svakog pacijenta ovisno o nizu čimbenika. Iako je trajanje GP individualno, prema podacima nizozemske studije, prosječno traje 3–6 mjeseci nakon čega je potrebna njena zamjena (67). Zamjenu obavlja liječnik ambulantno pod lokalnom anestezijom. Prednost TEG-a je prirodni izvor zraka većeg kapaciteta. Nedostatci su moguće komplikacije TEF-e, a time i frekventnije liječničke kontrole, te mogući dodatni kirurški zahvati (66). Prilikom produkcije TEG potrebno je okludirati traheostomu. U početku rehabilitacije traheostoma se okludira nedominantnom rukom. Kako bi se riješio nedostatak jedne slobodne ruke, u kasnijoj fazi, upotrebljava se automatski govorni ventil (AGV). AGV sastoji se od plastičnog kućišta unutar kojeg je smještena membrana za kontrolu protoka ekonomične količine zraka i filter za održavanje temperature i vlažnosti zraka (68).



Slika 1.1.: Govorna proteza
Izvor: www.atosmedical.com



Slika 1.2.: Automatski govorni ventil/HME kasetna
Izvor: www.atosmedical.com

Prve eksperimentalne proteze javile su se u drugoj polovici prošlog stoljeća, no zbog početničkih konstrukcijskih nedostataka nisu se mogle detaljno čistiti od sekreta što je za posljedicu imalo infekciju dušnika i jednjaka (69). Danas su dostupne GP različitih proizvođača usavršene konstrukcije i dizajna.

1.3.2. Ezofagealni glas i govor

Rehabilitacija govora upotrebom ezofagealnog glasa javlja se tijekom 19. stoljeća. Predstavlja najprirodniju rehabilitacijsku metodu za laringektomirane osobe. Produkcija ezofagealnog govora podrazumijeva mogućnost proizvodnje ezofagealnog glasa. Ovom metodom ostvaruje se novi rezervoar zraka unutar jednjaka koji služi za govor. Prvi korak u terapijskom postupku je opuštanje mišića cijelog tijela, a posebice mišića vrata i ramenog obruča, te mirno, polagano, bešumno disanje na traheostomu, a nakon toga uči se ubacivanje zraka u gornji dio jednjaka. Tri su osnovna načina ubacivanja zraka u jednjak:

1. Deglutacijska metoda – gutanje zraka koje relaksira krikofaringealni mišić kako bi progutani zrak mogao ući u jednjak i uzrokovati vibriranje faringoezofagealnog segmenta.
2. Injekcijska metoda – ubacivanje zraka iz usne šupljine u jednjak uz pomoć usana i jezika.
3. Inhalacijska metoda – upotreba negativnog tlaka nastalog u prsnoj šupljini koji omogućuje ulazak zraka u jednjak (70).

Nakon ubacivanja zraka voljnom eruktacijom on se vraća u ždrijelo gdje dolazi do titranja sluznice faringoezofagealnog segmenta što uzrokuje proizvodnju alaringealnog ezofagealnog glasa.

Prednost ove metode govorne rehabilitacije je što govor zvuči prirodno, te nema ugrađenog stranog tijela. Nedostatak je duljina trajanja rehabilitacije. Potrebno je nekoliko mjeseci logopedske terapije da bi se postigla fluentna spontana ekspresija adekvatnog inteligibiliteta. Postoji niz drugih faktora koji su preduvjeti za ovu vrstu rehabilitacije, a ujedno utječu i na njenu uspješnost. To su rekonstrukcija

farinksa, prisutnost posljedica RT, opće zdravstveno stanje osobe, posebno otorinolaringološki i neurološki status, kronološka dob, psihosocijalni i socioekonomski status osobe (71).

1.3.3. Govorni aparati

Elektrolarinks i pneumolarinks su govorni aparati koji mehanički generiraju akustičke vibracije (72). Danas su sve rjeđe u upotrebi, ali su korisni nekolicini pacijenata koji nisu uspjeli uspostaviti drugu vrstu alaringealnog glasa iz različitih razloga. Dio pacijenata se služi elektrolarinksom kao privremenim govornim pomagalom dok čeka sekundarnu ugradnju GP.



Slika 1.3.: Elektrolarinks

Izvor: www.atosmedical.com

Elektrolarinks prvi je otkrio Gilbert Wright brijuci se aparatom za brijanje, pomoću kojeg je ustanovio da se prislanjanjem na vrat, te imitacijom artikulacijskih pokreta prenose vibracije i javlja glasan govor zadovoljavajućeg inteligibiliteta (73).

Kod vanjskog elektromehaničkog uređaja generator zraka se ne koristi za induciranje vibracija, pa se vibracije sluznice razlikuju od onih koje stvaraju valovi pri produkciji traheozofagealnog i ezofagealnog glasa (74). Upotrebom elektrolarinksa odsutno je strujanje zraka kroz usnu šupljinu tijekom fonacije (75).

Logoped educira laringektomiranu osobu kako koristiti i održavati elektrolarinks. Kod ovog načina alaringealnog govora, bitno je, kao i kod

ezofagealnog, mirno, bešumno disanje na traheostomu. U protivnom će trahealni šum ometati realizirani zvuk i govorni inteligibilitet. Potrebno je pronaći odgovarajuće područje vrata koje je optimalna zona vibracije, te na taj način omogućava najbolju moguću kvalitetu nadomjesnog govora. Nadalje, potrebno je sinkronizirati oralnu produkciju s aktiviranjem elektrolarinksa manualnim pritiskom na aktivator. Aparat se drži nedominantnom rukom kako bi dominantna ruka ostala slobodna. U početku laringektomirane osobe nastoje spontano producirati glasan govor automatizirano oponašajući preoperativni laringealni govor uključujući izdah tijekom govora. Međutim, osobe koje duže vremena koriste elektrolarinks odvajaju funkciju disanja i govora, te kratkotrajno zadržavaju dah tijekom govora, čime su u prednosti, jer taj način omogućuje razumljiv nadomjesni govor (76).

Elektrolarinks može koristiti većina bolesnika, iznimka su osobe s određenim motoričkim smetnjama ili oštećenjima, koja ograničavaju statičnu snagu ruku. Prednosti ove metode su dostupnost većini pacijenata i kratak vremenski period rehabilitacije. Nedostatci su zauzeta ruka, nužno napajanje i neprirodan metalni prizvuk alaringealnog glasa.

Elektrolarinks je vanjski uređaj koji inducira vibraciju sluznice usne šupljine ili ždrijela na konstantnoj osnovnoj frekvenciji. Tijekom godina postojanja, mijenjao se i razvijao, više vanjskim izgledom, a manje kvalitetom zvuka i konturom osnovne frekvencije. Elektrolni nivo može funkcionirati neizravno dovođenjem u potpuni dodir s kožom ili izravno intraoralnim kontaktom. Artikulacijski mišići su anatomski i funkcionalno očuvani nakon laringektomije i time neometano oblikuju artikuliran i razumljiv govor.

Eksperimentalni, neelektrični vibrirajući pneumatski uređaji bili su dostupni u 19. st. (77), ali ovi uređaji nisu bili u širokoj upotrebi do kasnih dvadesetih godina, kada je razvijen prvi priznati elektrolarinks. Elektronički uređaj Western Electric 5A (Western Electric, New York City, NY, USA) bio je instalacija sastavljena od elektromotornog uređaja s priloženom vibrirajućom dijafragmom koja je bila postavljena na vrat laringektomirane osobe. Dizajn dijela dijafragme ovog uređaja naknadno je postao prototip za mnoge trenutno dostupne elektrolarinkse, iako s dosta izmjena ukupne veličine uređaja i mogućnošću prenosivosti (77). Tijekom 40.-

tih godina 20. st., uslijed tehničkog napretka, tvrtka Aurex u Chicagu konstruirala je napredniju verziju elektrolarinksa. Aurex Neovox M-520 T bio je električni transcervikalni elektrolarinks koji je bio manji od Western Electric 5A, ali su korisnici i dalje trebali stajati pored uređaja ukoliko ga žele koristiti. Dolaskom tranzistora, uređaji su postali puno manji, te se 1959. g. konačno javlja prijenosni elektrolarinks, a izradila ga je tvrtka „Bell Laboratories“. Godine 1980. razvijen je *Cooper – Rand* elektrolarinks (Luminaud Inc., Mentor, OH, USA), koji predstavlja jedan od prvih intraoralnih aparata. Sastojao se od tonskog generatora s intraoralnom cijevi koja je pričvršćena na teži pulsni generator s brojčanicima za kontrolu visine i glasnoće (77). Napredak i izmjene dizajna aparata rezultirale su današnjim komercijalno dostupnim govornim aparatima koji su manji, lakši, prijenosni i ručni.

1.3.4. Procjena uspješnosti glasovno – govorne rehabilitacije

Procjene uspješnosti glasovno – govorne rehabilitacije, odnosno procjene kvalitete alaringealnog glasa i govora vrše se prema različitim kriterijima i različitim mjernim instrumentima. Stanković 1997. g. kreira skalu za procjenu ezofagealnog glasa i govora prema ocjeni stupnja uspješnosti produkcije glasa i govornog inteligibiliteta. Stupnjevi su unaprijed kvalitativno opisani (78). Harrison i Robillard – Schultz 1992. g. konstruiraju mjernu skalu za procjenu traheoezofagealnog glasa i govora, uključujući upotrebu i održavanje GP. Skala se sastoji od tri dijela, odnosno tri podskale, prema unaprijed zadanim opisnim parametrima. Prvi dio, procjenjuje upotrebu TEG u svakodnevnoj spontanoj komunikaciji, drugi procjenjuje kvalitetu okluzije traheostome, kvalitetu glasa i razumljivost govora, a treći upotrebu, održavanje i nabavu GP. Svaki parametar nosi određene bodove, a unutar svakog dijela osoba može skupiti minimalno 1 bod, a maksimalno 5 bodova, odnosno ukupna minimalna suma iznosi 3, a maksimalna 15 bodova. Bodovi 1 i 2 označavaju neuspješnu rehabilitaciju, bod 3 djelomično uspješnu rehabilitaciju, a 4 i 5 uspješnu rehabilitaciju glasa (79).

Dosadašnja istraživanja, temeljena na akustičkoj i spektrografskoj analizi alaringealnog glasa upućuju da je traheoezofagealni glas sličniji laringealnom u odnosu na ezofagealni (80-83).

1. 4. Akustika i audiotehnika

1.4.1. Akustički parametri prostora

Zvuk je longitudinalni val kojem je izvor elastični sustav i koji stimuliran mehanički, električki ili fiziološki titra određenom frekvencijom. Takav sustav u dodiru s atmosferom daje ton. Ton je zvuk, karakteriziran određenom stalnom frekvencijom u vremenskom intervalu. Šum je zvuk koji ne potječe od periodičnih titraja i kojemu se period, odnosno frekvencija i amplituda brzo mijenjaju (84, 85). Zahvaljujući fiziološkim svojstvima uha i procesiranju slušnih informacija u mozgu, čovjek zvuk registrira osjetom sluha u čujnom frekvencijskom području od 60 Hz do 20.000 Hz. Valovi frekvencije ispod 16 Hz čine infrazvuk, a frekvencije iznad 20 kHz ultrazvuk. Fizikalni parametri zvuka su intenzitet, frekvencija i trajanje. Intenzitet zvučnog vala određen je energijom koja se prenosi kroz jedinicu površine u jedinici vremena (86).

Zvučni valovi emitiraju se direktno i refleksijama o plohe prostorije u tri dimenzije. Akustika prostora je pod utjecajem raznih faktora. Kvaliteta zvuka ovisi o obliku prostorije u kojoj se emitira, materijala njenih ploha, položaju audio opreme i slušača, te razini ambijentne buke (87, 88). Subjektivnim slušnim ispitivanjem može se odrediti akustički problem ukoliko postoji, međutim mjera potrebna za korekciju problema može se odrediti jedino ako se postavi numerički. U akustici prostora postoje prirodni i umjetni zvučni izvori. Ljudski glas, kao i glazbeni instrumenti prirodni su izvor (89).

Prirodni izvori imaju nekoliko zajedničkih obilježja, a najvažnije obilježje im je generiranje velikog broja harmonika. Prilikom pobude prostorije na prirodnim frekvencijama dolazi do procesa rezonancije, a između stojnih valova pojedinih titrajnih sustava nastaju interferencije. Modovi su stojni valovi koji se javljaju na vlastitim prirodnim frekvencijama neke prostorije, i pojavljuju se u tri smjera prostora. Nejednolika raspodjela zvučnog tlaka unutar zatvorenog prostora uzrokuje rezonanciju i stvaranje rezonantnih frekvencija. U niskofrekventnom području frekvencijski razmak među rezonancijama je velik, te su zvučne koloracije čujne. U visokofrekventnom području broj frekvencija raste, a razmak među njima je manji što uzrokuje povećanje intenziteta. U otvorenom prostoru zvučni tlak je neovisan o frekvenciji (89, 90).

Reverberacija je važna, ali ne i odlučujuća pojava akustike prostora. Bitno je utvrditi optimalno vrijeme odjeka, optimalni odnos direktnog i reflektiranog zvuka, optimalne značajke porasta i opadanja intenziteta zvuka u prostoriji, te difuziju. Vrijeme opadanja zvučnog polja ovisi o poziciji i količini apsorpcijskih materijala u prostoriji. U malim prostorijama razina reverberacije uvijek je ispod razine ambijentne buke, pa odjek ljudsko uho ne registrira, dok u velikim prostorijama nastaje intenzivna reverberacijska razina koju uho registrira.

Objekti i plohe, te materijali od kojih su sačinjeni apsorbiraju dio zvučne energije, a preostali dio se difuzira ili reflektira. Također, dio reflektirane zvučne energije vraća se na membranu izvora. Ne postoji točno definirana relacija za optimalni raspored refleksijskih i apsorpcijskih ploha, međutim, postoje određene zakonitosti. Poželjno je da paralelne plohe imaju isti ili sličan koeficijent apsorpcije zbog sprječavanja flutter jeke (89-92).

1.4.2. Akustički parametri laringealnog glasa

Zvučni val u prirodi nikada nije pravilno sinusoidalni. Ljudski glas na istoj frekvenciji daje različite valne oblike što čini timbar. Valni oblik ovisi o napetosti, dužini i debljini titrajućeg tijela koje istovremeno titra s nekoliko različitih frekvencija te se na njima stvara stojni val složenog oblika, koji je nastao kao rezultat interferencije više valova koji titraju fundamentalnom frekvencijom i višim frekvencijama, odnosno harmonicima. Frekvencije viših harmonika uvijek su jednake cjelobrojnom umnošku osnovne frekvencije. Osnovna frekvencija ima najveću amplitudu, a amplitude harmonika smanjuju se obrnuto proporcionalno povećanju frekvencije. Refrakcijom zvučnog vala više frekvencije se dodatno pojačavaju (93).

Glas je složeni zvuk koji ima osnovni ton i više harmonijske tonove grupirane u formante. Grkljan je generator ljudskog glasa. Glasnice svojim vibracijama moduliraju zračnu struju i daju osnovni laringealni ton. Takav ton je slab, a svoju snagu, čujnost, volumen i boju dobiva refrakcijom zvučnog vala o stjenke rezonantnih šupljina. Formanti se u rezonatorima pojačavaju. Laringealni glas ima pet formanta. Prva dva formanta različito su raspoređeni, te određuju vokalsku boju i upravo taj raspored diskriminira vokale. Treći i četvrti formant odgovoran je za vokalnu boju koju čini

individualni i socijalni aspekt, a prema Škariću, pod bojom glasa podrazumijeva se boja samoglasnika kad se zanemari njihova distinktivna, fonemska boja (94, 95). Opći frekvencijski raspon glasa kreće se kroz pet oktava i ovisno o visini dijeli se na muški i ženski glas. Muški glas može biti tenor, bariton i bas, a ženski koloturni sopran, sopran, mezzosopran i alt (96, 97). Osnovne osobine laringalnog glasa su visina, jačina, boja, uključivanje i trajanje glasa.

U ljudskom glasu vidljivo je do 15 harmonika. Njihova frekvencija je uvijek određena fundamentalnom frekvencijom. Pojačane intenzitetske vrijednosti grupiranih harmonika predstavljaju formante, a očitavaju se LPC analizom (94).

Perturbacije glasa registriraju se objektivno akustičkom analizom na oscilogramu isječka prolongirane fonacije vokala, najčešće vokala /a/. Jitter čine mikrovarijacije fundamentalne frekvencije. Može se izražavati različitim mjernim jedinicama, a najčešće se izražava kao prosječno odstupanje u brzini titranja glasnica u postocima. U laringalnog glasu, uredna vrijednost jittera dopušta odstupanje do 1%. Povišena vrijednost manifestirat će se lošijom kvalitetom glasa. Shimmer uzrokuje fluktuacija amplitude zvučnog vala, a izražava se različitim mjernim jedinicama, ali najčešće u decibelima. Uredna vrijednost shimmera u laringalnog glasu dopušta odstupanje do 0.35 dB, a povišena vrijednost daje glasu komponentu šumnosti.

Omjer signal – šum (HNR, od eng. *Harmonics to noise ratio*) bitan je parametar koji pokazuje razliku prosječne vrijednosti harmonijskog dijela spektra i razine šuma. Vrijednost HNR-a izražava se u decibelima. Poželjno je da je razlika veća, jer je time glas bolje kvalitete. Najmanja razlika u laringalnog eufoničnog glasu iznosi 10 do 12 dB. Vrijednost HNR-a obrnuto je proporcionalna količini šuma u glasu.

Tablica 1. 2.: Prosječne vrijednosti akustičkih parametara laringalnog glasa

| Parametar | Fundamentalna frekvencija (Hz) | Jitter (%) | Shimmer (dB) | HNR (dB) |
|-----------|--------------------------------|------------|--------------|----------|
| Muškarci | 112.20 | 0.52 | 0.39 | 20.26 |
| Žene | 202.20 | 0.52 | 0.39 | 20.26 |

(83).

Osim vrste fonatorne respiracije i načina fonacije, konačna akustika glasovno – govornoga signala ovisi i o morfološko – anatomskim obilježjima vokalnog trakta (97).

Rezonancija je pojava koja obilježava šupljine ispunjene zrakom u kojima zvučni val uzrokuje njihovo titranje. Posljedično tome nastaju dodatne frekvencije – harmonici fundamentalnog tona. Broj i intenzitet harmonika ovisi o fundamentalnoj frekvenciji, veličini, obliku i fizikalnim svojstvima materijala rezonantne šupljine. Ljudske rezonantne šupljine su laringealna s Morgangijevom, faringealna, oralna i nazalna. Kod laringektomiranih osoba su to faringealna, oralna i nazalna, odnosno njihovi dijelovi ovisno o vrsti operacijskog zahvata i rekonstrukciji hipofarinksa. Proces rezonancije daje finalni timbar i akustički oblik glasa. Rezonancijom se zvuk filtrira, te se određeni dijelovi spektra pojačavaju, a drugi prigušuju. Faringealni rezonator mijenja svoj oblik i veličinu ovisno o konstrikciji faringealne muskulature i pokretima jezika pri artikulaciji. Posteriorni pokret jezika reducira volumen faringealne šupljine, a anteriorni pokret ga povećava. Oralni rezonator podložan je najizraženijim promjenama zbog svog izgleda, funkcije i stupnja pokretljivosti (98).

Akustički signal podložan je filtriranju u rezonantnim šupljinama. Prema Fantu, akustička modifikacija zvuka realizira se kad se jednostavni spektar osnovnog tona, prijenosnom funkcijom vokalnog trakta, modificira u spektralni oblik složenog harmoničkog zvuka. Vokali su se pokazali odličnima za istraživanja zbog svojih akustičkih obilježja (99).

Vokalni trakt može se usporediti s tubom gdje je impedancija jednaka omjeru dužine tube i veličini njenog presjeka. Stevens i House su za samoglasnike razvili tro-parametarski model vokalnog trakta. Ovaj model temelji se na mjestu sužavanja, veličini suženog prolaza i odnosu otvora usta i dužine vokalnog trakta (akustička impedancija). U skladu s tim, autori su definirali prva tri formanta. Prvi je formant frekvencijski visok ako postoji uski jezični tjesnac iznad glotisa i veliki ne-okrugli otvor usana. Formant je nizak ako je usni otvor mali i okrugao ili ako postoji uski jezični tjesnac u blizini usta. Drugi formant, u pravilu, postaje frekvencijski viši što se mjesto suženja više pomiče od glotisa prema ustima i što se više povećava odnos dužine i promjera otvora. Povišenje frekvencije drugoga formanta je izrazitije što je jezični

tjesnac uži. Treći se formant malo povisuje kad se tjesnac više pomiče od glotisa prema naprijed i kad se više povećava otvorenost i zaokruženost usana (94, 100).

Rezonancija rezultira intenziteti naglašenim dijelovima spektra, neovisnima o promjeni fundamentalne frekvencije ili harmonika. Zvučni glasovi ne dopuštaju registriranje formanta zbog prisutnosti harmonika, dok se kod bezvučnih konsonanata formanti mogu registrirati direktno u spektru, iako ne nastaju uvijek rezonancijom.

1.4.3. Audiotehnička oprema

Upotreba računala omogućila je kvalitativni i kvantitativni napredak u elektroakustičkim i akustičkim mjerenjima. Elektroakustički mjerni sustavi dijele se na dva osnovna tipa sustava: mjerni sustavi temeljeni na zvučnoj kartici s posebnim programom i mjerni sustavi temeljeni na posebnoj mjernoj kartici s odgovarajućim programom. Razlika u sustavima je u točnosti rezultata izvršenog akustičkog mjerenja. Točnost rezultata kod prvog mjernog sustava ovisna je o elementima mjernog sustava, odnosno o kvaliteti mikrofona, zvučnoj kartici, brzini procesora računala. Njihove značajke nisu još međunarodno normirane, ali su značajna harmonijska izobličenja, frekvencijski odziv, osjetljivost mjernog mikrofona i mehanička buka primijenjenog PC sustava (84, 101). Spektralni analizatori čiji programi rade uz zvučnu karticu za audiodigitalnu pretvorbu vrlo su kvalitetni, nakon čega se digitalizirani audio signal propušta kroz FFT algoritam transformirajući signal iz vremenskog u frekvencijsko područje. U frekvencijskom području informacija se konvertira u spektar prikazan na centralnim frekvencijama. Zvučna kartica je istosmjerno spregnuta dok transformaciju vrši procesor. Zvučna kartica mora biti *full duplex* tipa kako bi bilo moguće istovremeno snimanje i reprodukcija. Šum i sva izobličenja trebala bi biti vrlo niske vrijednosti. Drugi tip mjernog sustava posjeduje PCI ili ISA s vlastitom audiodigitalnom pretvorbom uglavnom na delta-sigma konverteru (84).

Jedan od osnovnih dijelova audiotehničke opreme svakako je mikروفon. Mikروفon je elektroakustički konverter kojeg obilježavaju osjetljivost, usmjerenost, fazna i nelinearna izobličenja, te impulsni odziv. Karakteristika usmjerenosti

mikrofona demonstrira se oblikom, a može biti kružna, kardiodna, hiperkardiodna ili osmičasta. Frekvencijska karakteristika demonstrira ovisnost osjetljivosti mikrofona o frekvenciji, a izražava se u decibelima. Kako je titrajni sustav izrazito male mase harmonička izobličenja mikrofona su mala. Što se tiče tranzijentnog izobličenja, dinamički tračni mikrofon prenosi pravokutni signal, dok ostali tipovi mikrofona mijenjaju timbar izvora, jer nemaju tako dobru tranzijentnu karakteristiku (102, 103). Mikrofon s rezonantnom frekvencijom u središtu radnog područja imaju svijetlu boju, ali su njihova tranzijentna izobličenja najveća, dok je obilježje drugih tipova mikrofona visoka sonornost i razumljivost. Napon šuma mikrofona određuje najniži korisni napon koji se prenosi mikrofonom. Šumove stvaraju termička gibanja, elektromagnetske smetnje, zračne struje i potresanje sustava tijekom rada. Impedancija mikrofona je kompleksni interni otpor koji pruža generator napona. Prema vrijednosti impedancije, mikrofoni se klasificiraju na niskoomne i visookomne. Impedancija niskoomnih mikrofona iznosi 10–600 oma, a visookomnih iznosi 825–80 oma. Korisnost mikrofona ovisna je o mogućnosti prilagodbe akustičke impedancije zraka mehaničkoj impedanciji membrane, te mogućnosti pretvorbe akustičke energije u mehaničku, pa u električnu energiju. Za serijsko ispitivanje karakteristika mikrofona koriste se umjetna usta (104).

1.4.4. Računalno snimanje i obrada glasa

Prije objektivne računalne analize glasa potrebno je glas snimiti pomoću posebnog programa i audiotehničke opreme u prigodnoj prostoriji, te pripremiti glasovni uzorak za akustičku analizu. Računalni programi za snimanje i obradu glasa su Cool Edit, Audacity, Vocaroo, Wavesurfer i EZV Plus, Praat, Spectrogram, Visible Voice, Paint Shop, Multi-Dimensional Voice Program itd. Prije samog snimanja potrebno je izmjeriti ambijentnu buku prostorije u kojoj će se vršiti snimanje, zatim podesiti tip snimanja i sempliranje, optimalno pozicionirati i fiksirati mikrofon na stalku, te osigurati kontinuirano jednak razmak između ispitanikovih usana i mikrofona (103, 105).

Glas je multidimenzionalan. Visokokvalitetna snimka glasovnog uzorka jedan je od najvažnijih osnovnih uvjeta za procjenu kvalitete glasa. Akustička analiza podrazumijeva mjerenje vrijednosti akustičkih parametara glasovnog uzorka.

Glasovni uzorak može biti fonacija tijekom ekspresivnog govora, ali se najčešće koristi prolongirana fonacija vokala. Akustički parametri koji se mogu mjeriti su fundamentalna frekvencija, minimalna i maksimalna frekvencija (frekvencijski raspon), intenzitet, jitter, shimmer, te omjer signal – šum. Za svaki pojedini parametar program registrira nekoliko vrijednosti, ali se prilikom prezentacije uzimaju točno određene vrijednosti dogovorene unutar struke. Tako se za fundamentalnu frekvenciju uzima srednja vrijednost izražena u hercima (Hz), za jitter se uzima prva vrijednost izražena u postocima (%), a za shimmer i HNR se uzima druga vrijednost i srednja vrijednost HNR-a izražena u decibelima (dB). Najviša i najniža frekvencija su među najosjetljivijim parametrima za promijenjenu kvalitetu glasa (106, 107).

Formanti se tijekom ekspresije promatraju u izgovoru samoglasnika gdje se iz FFT spektra učini LPC spektar ili se trodimenzionalnom analizom – spektrogramom ili sonogramom učini široko, odnosno usko filtriranje. Široko filtriranje omogućuje registraciju formanta, dok usko filtriranje omogućuje registriranje harmonika. Obilježje formanta određuju oblik i dužina vokalnog trakta. Frekvencija prvog i drugog formanta ovisna je o poziciji jezika tijekom izgovora i suženosti prolaza (108).

1. 5. Prozodija govora

Naziv prozodija dolazi od grčke riječi *προσῳδία* (*prosodia*), a znači "ono što se pripjeva uz slogove (...) a to je isticanje sloga pjevajući." (109). Nekada se u Grčkoj tako nazivala pjesma pjevana uz pratnju instrumentalne glazbe. U fonetici, prozodiju označavaju obilježja govora koja se ne mogu izvesti iz osobina segmenata fonema. U generativnoj fonologiji tako se nazivaju nesegmentalni aspekti apstraktne lingvističke strukture (prisustvo/odsustvo akcenata i određeni tip strukture konstituenata) (110).

1.5.1. Prozodijski elementi govora

Prozodijski sustav hrvatskog jezika pripada novoštokavskom idiomu. U 19. st. postao je temelj suvremenog normiranog hrvatskog jezika. S prijelaza 14. na 15. st. akcenatski sustav počeo se razvijati u četveronaglasni, jer su se naglasci pomicali na slog unazad oslabljenim prebacivanjem (111). Ovisno o tome je li prednaglasni slog

bio fonološki dug ili kratak, preneseni naglasak postao je dugouzlazni ili kratkouzlazni, a ukoliko je slog s kojeg je naglasak prebačen na prethodni bio dug, zadržao je duljinu i kao nenaglašen.

Tijekom standardizacije hrvatskoga jezika, između triju velikih sustava: čakavskog, kajkavskog i štokavskog, u 19. stoljeću hrvatski književni jezik imao je stabiliziranu normu na osnovi štokavskog dijalekta ijekavskog izgovora sa starijim štokavskim oblicima, no kasnije je zamijenjen novoštokavskim ijekavskim izgovorom novijih oblika i akcenata (112). Sa sociolingvističkog stajališta prisutni su jezični varijeteti, a najistaknutije mjesto ima standardni varijetet, gdje se ističe problem hrvatskog kodificiranog izgovora i nesuglasje između normativnog modela i uporabe (113). Bartsch 1985. godine uvodi pojam "empirijski standard" – područje varijacija u izgovoru koje postoji u stvarnosti (114).

Prozodijska obilježja imaju višestruke nazive i podjele. Lehiste ih dijeli na suprasegmentalna i nesegmentalna obilježja (115), Škarić ih nominira transsegmentalnim, krozčlančanim osobinama (116), a Möbius suprasegmentalijama (117). Prozodijska sredstva obuhvaćaju više govornih slojeva, od riječi i rečenica do izražajnosti i krika. Prema Škariću, prozodijska sredstva su: ton i intonacija, glasnoća i naglasak, boja glasa, spektar glasa, stanke, govorna brzina i ritam, govorne modulacije, izgovor glasnika, te mimike i geste (118).

1.5.2. Naglasni sustav hrvatskog jezika

Škarić napominje kako je naglasak biljeg, odnosno paralingvistički znak, a ne samo razlikovna fonološka crta s jezičnom vrijednošću (119). Pravičan izgovor tonema bitan je dio jezika. Nepravilan izgovor tonema ponekad remeti značenje, a ponekad iritira uho izvornog govornika i perceptivno je neugodan (120). Hrvatski akcenatski sustav normiran je kao četveronaglasni sustav koji sadrži kratkosilazne i kratkouzlazne, te dugosilazne i dugouzlazne naglaske i uz njih fonološki kratke i duge zanaglasne slogove. Izografski heterofoni su riječi koje se razlikuju isključivo prema naglasku, a nastaju opozicijom svih naglasnih kombinacija, dok riječi iste segmentalne strukture koje bi se mogle razlikovati u opozicijama sva četiri naglasaka ne postoje. Pravila distribucije naglasaka rezultirala su iz pravila da silazni naglasci

mogu biti pozicionirani samo na inicijalnom slogu, a uzlazni na svim slogovima u riječi, osim na finalnom. Svakako, postoji nekoliko iznimaka: mogući je silazni naglasak na medijalnom i finalnom slogu. Mjesto naglasaka je jezično – ritmički vezano uz određeni slog, što znači da nije stalno i promjenjivo je u paradigmi. Zanasna dužina pripada osnovi riječi ili obličnom i tvorbenom nastavku. Naglasna jedinica je prozodijska riječ sastavljena od jedne naglasne riječi ili od jedne naglasne i jedne ili više nenaglasnica (114).

1.5.3. Intonacijski modeli

Teorija intonaciju opisuje na temelju fonološke deskripcije. Različite teorije postuliraju broj fonoloških entiteta i pridružuju im fonetsku realizaciju. Većina intonacijskih modela temelji opis na tijeku kretanja tona, osim AM modela koji opis temelji na deskripciji cilja. Prema parametrijskom modelu intonacije osnovni načini deskripcije su: definiranje položaja naglašene jedinice opisano je kao visoki ili niski cilj i definiranje tijeka osnovnog laringealnog tona kao silazni, uzlazni ili silazno – uzlazni pokret (121). Autosegmentna metrička teorija postavila je akcente i frazne tonove kao temeljne kategorije koje imaju dvije "atomske" jedinice, odnosno fonetski se realiziraju kao visoki i niski cilj u tonskom rasponu govornika. Kombiniranjem navedenih ciljeva nastaju monotonalni i bitonalni tonski akcenti. Fraznim akcentima opisuju se pojave, kada su granice medijalno; i graničnim tonovima, kada se radi o granici intonacijske jedinice (122).

Dvotonski sustav razvijen je prvotno zbog opisa rečenične intonacije, ali se koristi i kod opisa leksičkih naglasaka. Dvotonski sustav deskripcije upotrebljavaju mnogi jezikoslovci čije je polazište generativna i autosegmentalna fonologija. Hermes opisuje intonacijske modele temeljene na stilizaciji tonskih kontura. IPO opisuje način manualne stilizacije tonske konture, a rezultat u engleskom nominira kao *close-copy stilization*. Intonaciju opisuje granicama prozodijskih fraza i naglasaka opisanim terminima tijeka osnovnog laringealnog tona kao rastući i padajući (123). Scheffersova metoda opisuje intonaciju mjestom prekreta, Taylorova metoda bilježi tonske događaje i opisuje ih kao parametrijski intonacijski događaj (124, 125). INTSINT transkribira slogovne tonove temeljene na intervalima između tonskih meta (126), dok KIM opisuje intonaciju tonskim konturama (127).

1.5.4. Percepcija i sociofonetska poželjnost naglasaka

Percepcijom naglasaka uočavaju se auditivne razlike uzlaznih i silaznih naglasaka prilikom subjektivnog slušanja, a percepcija može imati fonološki ili akustički opis. Pri tome se analiziraju odmaci od norme prema tonu, mjestu i trajanju. Tijekom slušne kvantifikacije upitan je utjecaj rečenične intonacije na prozodiju riječi, jer intonacija modificira naglasak riječi u povezanom govoru (128). Sociofonetska ispitivanja stupnja poželjnosti naglasnih oblika istražuju i uočavaju razlike dvaju naglasnih likova slušanjem, pri čemu se određuje slaže li se kodificirana norma s verificiranom (129).

1.5.5. Optimalno ostvarenje prozodijskih obilježja

Naglasci imaju naglasnu jedinicu koja je maksimalni akcenatski okvir i naglašljivu jedinicu koja je minimalni akcenatski okvir. Optimalna veličina domene za ostvarenje naglasaka još uvijek nije točno definirana, no u hrvatskom govoru su najučestalije trosložne i dvosložne riječi, a s obzirom da je često naglašen upravo prvi slog moguće je da su daktilska i trohejska ritmička stopa podjednako kanonske. Optimalom za ostvarenje naglašenosti kao maksimalnog akcenatskog okvira smatra se troslog, ali je za analizu dovoljan i dvoslog (130, 131).

Jezgra (fokus) je najrazlikovniji dio intonacijske jedinice, a čine ju naglašeni slog u silaznim naglascima i naglašeni slog sa zanaglasnim slogom u uzlaznim naglascima. U hrvatskom jeziku postoji šest jezgara prema Škariću: silazna, uzlazna, ravna, silazno–uzlazna, silazno–uzlazno–silazna i složena. Utjecaj određenih jezgara na ostvarenje leksičkih naglasaka u našem jeziku nije precizno definirano, no Škarić smatra kako se u silaznim intonacijskim jezgrama najpotpunije ostvaruju tonske osobine naglasaka riječi s obzirom da su one najsličnije onima u izjavnim rečenicama od jedne riječi. Određena istraživanja potvrdila su ovu tezu i pokazala da su za ostvarenje triju ispitivanih jezgara potrebna dva sloga (128, 131). Stupanj interakcije leksičke i postleksičke prozodije ukazuje na činjenicu da uzlazni naglasak ima veću tendenciju očuvanja od silaznog i veći stupanj istaknutosti riječi u intonacijskoj frazi što rezultira boljim očuvanjem leksičke prozodije (132).

2. HIPOTEZE

Postoje kvalitativne razlike u timbru alaringealnog glasa u odnosu na akustičke vrijednosti fundamentalne frekvencije, frekvencijskog raspona, frekvencijskih i intenzitetskih perturbacija, te omjera signal – šum između traheozofagealnih, ezofagealnih i elektrolaringealnih ispitanika.

Postoje perceptivno – funkcionalne razlike u prozodijskim elementima govora u odnosu na ocjenu melodije, naglaska, stanki i ritma između traheozofagealnih, ezofagealnih i elektrolaringealnih ispitanika.

3. CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Cilj ovog istraživanja je proširenje dosadašnjih spoznaja, odnosno detaljnije definiranje akustičkih parametara alaringealnog glasa i prvo definiranje prozodijskih obilježja alaringealnog govora, te utvrđivanje njihovih međusobnih razlika ovisno o vrsti nadomjesnog glasa i govora.

1. Akustičkom analizom glasa objektivno registrirati i usporediti vrijednosti akustičkih parametara traheozofagealnog, ezofagealnog i elektrolaringealnog glasa, te utvrditi postoji li značajna razlika između navedenih, te ukoliko postoji, navesti točno u kojim obilježjima postoji, kvantitativno i kvalitativno.

2. Pomoću četverokomponentne ljestvice subjektivnom procjenom, koja se objektivizira uključujući tri ocjenjivača, utvrditi, ocijeniti i usporediti prozodijska obilježja traheozofagealnog, ezofagealnog i elektrolaringealnog govora kvalitativno opisno i kroz vremensku komponentu.

3. Utvrditi najsličniju vrstu alaringealnog govora laringealnom uzimajući u obzir ispitana akustička i prozodijska obilježja, odnosno utvrditi vrstu nadomjesnog govora koja prema svojim obilježjima najmanje odstupa od obilježja laringealnog govora.

4. ISPITANICI I METODE

Presječna studija provedena je na Klinici za otorinolaringologiju i kirurgiju glave i vrata Kliničkog bolničkog centra Osijek. Prikupljanje i priprema ispitanika učinjena je u vremenskom razdoblju od 2011. do 2017. godine. Završna snimanja, analiza prikupljenih podataka i njihova procjena učinjena je tijekom 2017. godine.

4. 1. Ispitanici

U studiju je uključeno 60 ispitanika, odnosno laringektomiranih osoba oba spola, različite životne dobi. Ispitanici su bili podijeljeni u tri skupine ovisno o vrsti nadomjesnog alaringealnog glasa i govora kojim se svakodnevno koriste. Prvu grupu ispitanika činili su ispitanici kojima je ugrađena govorna proteza, drugu grupu činili su ispitanici koji govore ezofagealno i treću skupinu činili su ispitanici koji koriste govorni aparat (elektrolarinks).

4.1.1. Kriteriji uključivanja

Kriteriji za uključenje ispitanika u studiju bili su sljedeći:

- osobe muškog i ženskog spola, različite životne dobi kojima je učinjena isključivo totalna laringektomija ili totalna laringektomija s parcijalnom faringektomijom i/ili lobektomijom štitne žlijezde, te disekcijom vrata;
- uspješno glasovno – govorno rehabilitirane laringektomirane osobe jednom od opće priznatih metoda suvremene rehabilitacije prema načelima struke;
- ispitanici koji su državljani Republike Hrvatske, kojima je hrvatski prvi jezik, isključivo sa slavonskog govornog područja;
- pismeni/obrazovani ispitanici (srednja, viša i visoka stručna sprema);
- ispitanici bez neuroloških ispada i urednog kognitivnog statusa;
- ispitanici bez značajnog slušnog oštećenja (na razini sluha 20–55 dB, primjereno kronološkoj dobi).

4.1.2. Kriteriji isključivanja

Kriteriji za isključenje ispitanika iz studije bili su sljedeći:

- osobe kojima je učinjena parcijalna laringektomija, kordektomija ili blok različitih operacija (*lat. commando*);
- osobe u tijeku glasovno – govorne rehabilitacije;
- ispitanici, državljani Republike Hrvatske kojima je hrvatski prvi jezik, ali s drugih govornih područja, kao i strani državljani;
- neobrazovani i nepismeni ispitanici, te pismeni samo sa završenom osnovnom školom;
- osobe s neurološkim oboljenjima ili oštećenjima koja utječu na glasovno – govorno – jezičnu funkciju neovisno o vremenu nastupanja istih (prije ili nakon operativnog zahvata tijekom liječenja i rehabilitacije): osobe s dijagnozom kronične neurološke bolesti, cerebrovaskularnim inzultom ili traumatskom ozljedom glave;
- osobe oštećena sluha (razina sluha iznad 55 dB);
- osobe s MR.

4.1.3. Postupak s ispitanicima

Nakon informiranja ispitanika o istraživanju i njihovog pristanka na sudjelovanje u istom, ispitanici su potpisali informirani pristanak, odnosno dali svoju suglasnost za uključivanje u studiju. Detaljno im je objašnjen proces istraživanja, ispitni materijal, te njihova uloga u istraživanju. Ova studija nije uključivala rizične postupke za zdravlje i/ili život ispitanika. Ispitanici nisu imali osobnu korist od sudjelovanja u istraživanju, ali je njihov doprinos važan za stručna i znanstvena saznanja.

Svi podatci, osobni i medicinski, prikupljeni o ispitanicima tijekom istraživanja koristili su se samo za izradu ovog rada, kao i publikacija u okviru teme doktorskog rada. Identitet svih ispitanika ostat će zaštićen. Istraživanje je odobrilo Etičko povjerenstvo Kliničkog bolničkog centra Osijek i Etičko povjerenstvo Medicinskog

fakulteta Sveučilišta u Osijeku nakon temeljite analize prijedloga teme doktorskog rada. Istraživanje je provedeno u skladu s etičkim standardima propisanim za znanstvena istraživanja u medicini, sukladno Helsinškoj deklaraciji Svjetskog medicinskog udruženja (prihvaćenoj na 18. Glavnoj skupštini SMU, Helsinki, 1964.; revidiranoj: Tokio, 1975., Venecija, 1983., Hong Kong, 1989., Somerset West, 1996. i Edinburgh, 2000.) i osnovama dobre kliničke prakse, te sukladno važećim pravnim propisima (pročišćeni tekst Zakona o zdravstvenoj zaštiti (NN 150/08, 71/10, 139/10, 22/11, 84/11, 154/11, 12/12, 35/12, 70/12, 144/12, 82/13, 159/13, 22/14, 154/14, 70/16), Zakon o zaštiti prava pacijenata (NN 169/04, 37/08), Zakon o zaštiti osobnih podataka (NN 103/03, 118/06, 41/08, 130/11, 106/12)).

4. 2. Metode

Heteroanamnestički, o svakom ispitaniku prikupili su se potrebni osobni i medicinski podaci putem općeg upitnika, iz medicinske dokumentacije, od pratnje i od ispitanika osobno. Uspješnost glasovno – govorne rehabilitacije registrirana je objektivno Harrison – Robillard – Schultz skalom za traheozofagealni govor i Stankovićevom skalom za ezofagealni govor, te subjektivno procjenom inteligibiliteta spontane ekspresije. Nakon odabira ispitanika prema svim ranije navedenim kriterijima, vršila su se pojedinačna računalno podržana snimanja u prostoriji Klinike za otorinolaringologiju i kirurgiju glave i vrata Kliničkog bolničkog centra Osijek.

Prostorija nije akustički izolirana, stoga je izvršeno akustičko mjerenje prostorije i buke okoliša. Izvršitelj mjerenja bila je ovlaštena tvrtka od strane Ministarstva zdravstva Republike Hrvatske za obavljanje stručnih poslova zaštite od buke za akustička mjerenja. Mjerenje razine buke obavljeno je mjernom opremom koja je u skladu s propisima Pravilnika o uvjetima prostora, opreme i zaposlenika pravnih osoba koje obavljaju stručne poslove zaštite od buke (NN 91/07) i Tehničkoj specifikaciji IEC 225, HRN EN 60651, HRN EN 60804. Mjerna oprema uključivala je precizni zvukomjer, mikrofonski uređaj – kalibrator zvučnog tlaka i uređaj za mjerenje meteoroloških parametara. Mjerenje se vršilo na mjestu emisije i mjestu imisije pri zatvorenim prozorima i vratima prostorije.

Neproizvodni izvori buke u prostoriji bili su klima uređaj i hladnjak koji su za vrijeme snimanja glasa isključeni, a proizvodnih izvora buke nije bilo. Meteorološki uvjeti tijekom mjerenja iznosili su tlak zraka 1021 hPa i relativnu vlažnost 77,5%, a izmjerena ekvivalentna razina buke iznosila je 29,2 dB, odnosno 36,4 dB ovisno o radu neproizvodnih izvora. Najviša dopuštena razina buke od neproizvodnih izvora buke, propisana Pravilnikom o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave (NN 145/04) i Pravilnikom o zaštiti radnika od izloženosti buke na radu s obzirom na vrstu djelatnosti (NN 46/08), iznosi 45 dB. Razina buke koju emitiraju navedeni izvori iz građevina i prostora Klinike za otorinolaringologiju i kirurgiju glave i vrata KBC-a Osijek sukladna je za uvjete rada postavljene akustičkim zahtjevima i ne prelazi dopuštene vrijednosti, stoga se smatra da je prostorija dovoljno tiha i prikladna za snimanje i akustičku analizu glasa.

Nakon izvršenog snimanja glasa, slijedila je priprema glasovnog uzorka i akustička analiza glasa, a zatim se procjenjivala prozodija alaringealnog govora unaprijed pripremljenom četverokomponentnom ljestvicom za procjenu prozodije.

4.2.1. Akustička analiza glasovnog uzorka

Konfiguracija računalne sklopovske podrške prijenosnog računala pomoću kojeg je izvršeno snimanje i akustička analiza glasovnih uzoraka je: procesor Intel i5 – 5200 U, 20 GHz; RAM memorije DDR3 od 8 GB; pohrane HDD od 1 TB; grafike VGA Intel HD 5500 s pripadajućom specifičnom programskom podrškom.

Snimanje se vršilo samo jedan put, kako bi se izbjegao utjecaj uvježbavanja. Ispitanici su snimani tijekom produljene fonacije vokala /a/ i tijekom čitanja tri rečenice iste sintaktičke strukture, a različite intonacije (izjavna, upitna i usklična rečenica). Za vrijeme izvršavanja ispitnih zadataka ispitanici su sjedili za radnim stolom na kojem je bio postavljen stalak s dinamičkim kardiodnim mikrofonom. Tijekom snimanja udaljenost između mikrofona i ispitanikovih usta uvijek je bila jednaka, a iznosila je 20 cm. Snimanja su se izvršila pomoću Cool Edit Pro 2000 (Syntillium Software Corp.) računalnog programa za snimanje glasa. Snimanja su bila bez vremenskog ograničenja, u trajanju koje je svakom pojedinom ispitaniku

potrebno da izvrši sve predviđene zadatke na način koji je prihvatljiv za daljnju akustičku analizu prikupljenih glasovnih uzoraka.

Snimljeni glasovni uzorci analizirali su se u Praat 4.3.04. (Aladdin, Systems, Inc.) računalnom programu za objektivnu analizu glasa. Analizirali su se sljedeći akustički parametri: osnovna frekvencija, minimalna i maksimalna frekvencija (frekvencijski raspon), jitter, shimmer i omjer signal – šum.

4.2.2. Procjena prozodijskih obilježja četverokomponentnom ljestvicom i testni materijal

Svi zadatci predviđeni za ispitivanje prozodije govora bili su unaprijed pripremljeni, u pisanom obliku, na papiru veličine A4, font Arial, velikim tiskanim slovima veličine 14.

Prozodija se procjenjivala primjenom četverokomponentne ljestvice za procjenu prozodijskih obilježja konstruirane upravo za potrebe ovog rada. Procjenu su obavljala tri ocjenjivača istih stručnih kompetencija. Procjenjivali su četiri prozodijska obilježja: melodiju, naglasak, stanke i ritam, a svako obilježje kvalitativno i vremenski je opisano prema unaprijed sastavljenoj ljestvici zatvorenog tipa sa stupnjevima po Likertovoj skali od 1 do 3. Ocjenjivači nisu imali uvid u ocjene drugih ocjenjivača. Kad je postojala razlika u ocjeni pojedinih elemenata kod samo jednog ocjenjivača, u statističkoj obradi uzela se ona ocjena koja je u većini, a kad su sve ocjene bile različite, prihvaćena je jedna ocjena dogovornim konsenzusom nakon međusobnih konzultacija. Ocjenjivači su procjenjivali prozodiju tijekom ispitanikovog čitanja unaprijed pripremljenog testnog materijala (bez snimanja).

Testni materijal za procjenu prozodije govora sastojao se od niza rečenica koje su ispitanici pročitali. Sadržavao je niz rečenica za procjenu govorne intonacije, naglasaka, stanki i ritma. Za procjenu intonacije koristila su se tri para rečenica iste sintaktičke strukture, različitog intonativnog oblika. Za procjenu naglasaka koristila su se dva niza od tri rečenice različitog sintaktičkog i intonativnog oblika. Za procjenu stanki i ritma govora koristilo se pet parova rečenica različite sintaktičke strukture, a istog intonativnog oblika. Dobiveni podatci potom su se statistički obradili.

4.2.3. Statistička priprema i obrada podataka

Prije početka istraživanja napravljen je izračun uz snagu od 0,8 i razinu značajnosti od 0,05 za uočavanje efekta veličine 0,45 koji je pokazao da je dovoljan uzorak od ukupno 51 ispitanika, odnosno 17 ispitanika po skupini za potrebe ove studije. Izračun je napravljen uz pomoć računalnog programa G*Power 3.1.7. (Franz Faul, Sveučilište Kiel, Njemačka).

Nakon prikupljenih podataka učinjena je statistička obrada pomoću računalnog programa SPSS (inačica 16.0, SPSS Inc., Chicago, IL, SAD) namijenjenog za analizu podataka.

Kategorijski podaci predstavljeni su apsolutnim i relativnim frekvencijama. Numerički podaci opisani su medijanom i granicama interkvartilnog raspona s obzirom na to da raspodjela nije slijedila normalnu. Razlike kategorijskih varijabli testirane su Fisherovim egzaktnim testom. Normalnost raspodjele numeričkih varijabli testirana je Kolmogorov – Smirnovljevim testom. Razlike numeričkih varijabli između dviju nezavisnih skupina testirane su Mann – Whitneyevim U testom s obzirom na odstupanja od normalne raspodjele. Razlike nenormalno raspodijeljenih numeričkih varijabli u slučaju triju skupina testirane su Kruskal – Wallisovim testom. Povezanost nenormalno raspodijeljenih numeričkih varijabli ocijenjena je Spearmanovim koeficijentom korelacije ρ . Sve p vrijednosti su dvostrane. Razina značajnosti postavljena je na razini $\rho = 0,05$.

5. REZULTATI

5. 1. Deskriptivna analiza uzorka

Istraživanje je obuhvatilo uzorak od 60 ispitanika oba spola. Od ukupnog broja ispitanika, 56 (93%) su bili muškarci, a 4 (7%) žene. Medijan životne dobi iznosio je 63 godine. Svaka skupina obuhvatila je 20 ispitanika ovisno o vrsti alaringealnog glasa. U prvoj skupini (traheoezofagealni ispitanici) sudjelovalo je 17 (85%) muškaraca i 3 (15%) žene. Medijan životne dobi unutar skupine iznosio je 62,5 godine. U drugoj skupini (ezofagealni ispitanici) sudjelovalo je 19 (95%) muškaraca i 1 (5%) žena. Medijan životne dobi iznosio je 62,5 godine. U trećoj skupini (ispitanici s elektrolarinksom) sudjelovalo je 20 (100%) muškaraca, medijana životne dobi 63 godine.

Tablica 5.1.: Raspodjela ispitanika po spolu u skupinama

| SPOL | Skupina 1 N | Skupina 2 N | Skupina 3 N | Ukupno N (%) |
|---------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| Muškarci | 17 | 19 | 20 | 56 (93) |
| Žene | 3 | 1 | 0 | 4 (7) |
| Ukupno | 20 | 20 | 20 | 60 (100) |

Tablica 5.2.: Raspodjela ispitanika prema životnoj dobi unutar skupina

| DOB (godine) | Skupina 1 N= 20 | Skupina 2 N= 20 | Skupina 3 N= 20 | Ukupno N= 60 |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| Medijan (interkvartilni raspon) | 62,50 (56,50 – 68,75) | 62,50 (56,75 – 66,00) | 63,00 (60,00 – 67,50) | 63,00 (59,00 – 66,75) |

Od ukupno 60 ispitanika, 28 (47%) živi na selu, a 32 (53%) u gradu. U prvoj skupini 8 ispitanika živi na selu (40%), a 12 (60%) u gradu. U drugoj skupini 12 (60%)

ispitanika živi na selu, a 8 (40%) u gradu. U trećoj skupini 8 (40%) ispitanika živi na selu, a 12 (60%) u gradu.

Tablica 5.3.: Raspodjela ispitanika prema mjestu stanovanja unutar skupina

| MJESTO STANOVANJA | Skupina 1 N= 20 | Skupina 2 N= 20 | Skupina 3 N= 20 | Ukupno N= 60 |
|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Selo | 8 | 12 | 8 | 28 |
| Grad | 12 | 8 | 12 | 32 |

Ispitanici niže razine obrazovanja od SSS, kao i oni bez formalnog obrazovanja isključeni su iz studije. Od ukupno 60 ispitanika 3 (5%) ispitanika ima visoku stručnu spremu, a 57 (95%) ima srednju stručnu spremu. U prvoj skupini 2 (10%) ispitanika imaju visoku stručnu spremu, a ostalih 18 (90%) ima srednju stručnu spremu. U drugoj skupini svi ispitanici imaju srednju stručnu spremu, a u trećoj skupini 1 (5%) ispitanik ima visoku stručnu spremu, a 19 (95%) ima srednju stručnu spremu.

Tablica 5.4.: Raspodjela ispitanika prema razini obrazovanja unutar skupina

| RAZINA OBRAZOVANJA | Skupina 1 N= 20 | Skupina 2 N= 20 | Skupina 3 N= 20 | Ukupno N= 60 |
|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Visoka stručna sprema | 2 | 0 | 1 | 3 |
| Srednja stručna sprema | 18 | 20 | 19 | 57 |

Svi ispitanici su laringektomirani zbog malignog tumora grkljana ili ždrijela i svima je učinjena disekcija vrata. Od ukupnog broja ispitanika, njih 58 (97%) bilo je liječeno po onkologu, a dvoje (3%) je liječeno isključivo kirurški. Najveći broj ispitanika bio je izložen liječenju radioterapijom, njih 33 (55%), dok su 2 (3%) ispitanika bila izložena liječenju kemoterapijom, a njih 23 (40%) ispitanika bilo je izloženo liječenju kombiniranom RKT.

Tablica 5.5.: Raspodjela ispitanika prema provedenoj onkološkoj terapiji unutar skupina

| ONKOLOŠKO LIJEČENJE | Skupina 1 N= 20 | Skupina 2 N= 20 | Skupina 3 N= 20 | Ukupno N= 20 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|
| RT | 12 | 11 | 10 | 33 |
| KT | 1 | 0 | 1 | 2 |
| RKT | 7 | 8 | 8 | 23 |
| Bez onkološke terapije | 0 | 1 | 1 | 2 |

U prvoj skupini traheoezofagealnih ispitanika, primarna ugradnja GP bila je kod 6 (30%) slučajeva, a kod 14 (70%) radilo se o sekundarnoj ugradnji GP. Prema procjeni alaringealnog glasa, 12 (60%) traheoezofagealnih ispitanika imalo je odličan glas, a 8 (40%) dobar glas.

Tablica 5.6.: Raspodjela ispitanika prema vremenu ugradnje GP

| Ugradnja GP | Skupina 1 N= 20 |
|--------------------|----------------------------|
| Primarna | 6 |
| Sekundarna | 14 |

Medijan vremenskog perioda proteklog od laringektomije, uzimajući u obzir sve tri skupine, iznosi 24 mjeseca. Minimalno vrijeme proteklo od operacije iznosilo je 6 mjeseci, a maksimalno (kod samo 1 ispitanika) 33 godine.

Tablica 5.7.: Prosječno vrijeme proteklo od operacije prema skupinama

| Vrijeme proteklo od operacije (mj.) | Skupina 1 N= 20 | Skupina 2 N= 20 | Skupina 3 N= 20 | Ukupno N= 60 |
|--|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| Medijan (Interkvartilni raspon) | 24,00 (12,00 – 45,00) | 42,00 (24,00 – 99,00) | 24,00 (24,00 – 45,00) | 24,00 (12,00 – 48,00) |

Razdoblje trajanja glasovno – govorne rehabilitacije razlikuje se ovisno o vrsti primijenjene metode. Nakon ugradnje GP minimalna duljina individualne logopedске terapije bila je 2 mjeseca, a maksimalna 5 mjeseci. Medijan razdoblja trajanja rehabilitacije TEG iznosi 3,00 mjeseca. Kod ispitanika rehabilitiranih učenjem EG minimalna duljina individualne logopedске terapije bila je 6 mjeseci, a maksimalna 14 mjeseci. Medijan razdoblja trajanja rehabilitacije EG iznosi 10,00 mjeseci. Ispitanicima s elektrolarinksom rehabilitacija se odvija unutar mjesec dana, s obzirom na to da im je dostatan dolazak k logopedu nekoliko puta, obično 1–3 puta da savladaju govor uz pomoć ovog aparata.

Tablica 5.8.: Vrijeme trajanja rehabilitacije prema dvije skupine

| Duljina rehabilitacije (mj.) | Skupina 1 N= 20 | Skupina 2 N=20 |
|---------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| Medijan (interkvartilni raspon) | 3,00 (2,00 – 3,87) | 10,00 (8,00 – 11,75) |

Na podskali 1 HRS skale koja pokazuje stupanj svakodnevne upotrebe traheozofagealnog glasa i govora, 17 (85%) traheozofagealnih ispitanika prve skupine koristi TEG kao glavno sredstvo komunikacije uz ručnu okluziju traheostome (4 boda), 3 (15%) ispitanika koriste TEG uz automatski govorni ventil (AGV) kao glavno sredstvo komunikacije (5 maksimalnih bodova). Samo jedan ispitanik (5%) povremeno koristi automatski govorni ventil, a većinu vremena ručnu okluziju traheostome tijekom govora i dodijeljeno mu je 4 boda.

Na podskali 2 HRS skale koja ocjenjuje kvalitetu TEG, 13 (65%) ispitanika glas dobiva lako, traheostoma im je dobro okludirana, a govor razumljiv (5 maksimalnih bodova), dok 7 (35%) ispitanika ima dobro okludiranu stomu i razumljiv govor, ali je glas blago napet i pneumoničan (4 boda).

Na podskali 3 HRS skale koja pokazuje samostalno održavanje GP, svi ispitanici su ostvarili 4 od mogućih 5 bodova, što znači da samostalno obavljaju 3 od 4 moguće funkcije brige o GP, a one su: čišćenje GP, prepoznavanje problema i traženje pomoći, te naručivanje zaliha.

Tablica 5.9.: Raspodjela ispitanika prema bodovima na HRS podskalama

| Bodovi na HRS skali | Podskala 1 | Podskala 2 | Podskala 3 |
|----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 4 | 17 | 7 | 20 |
| 5 | 3 | 13 | 0 |

Prema ukupnom broju bodova koji čini zbroj bodova na podskalama, 7 (35%) ispitanika ostvarilo je 12 bodova, što znači 80%-tnu uspješnost glasovno – govorne rehabilitacije, 10 (50%) ispitanika ostvarilo je 13 bodova, odnosno 87% je uspješno rehabilitirano, a 3 (15%) ispitanika je imalo 14 bodova, odnosno postiglo je 93% uspjeha rehabilitacije.

Tablica 5.10.: Raspodjela ispitanika prema ukupnom broju bodova na HRS skali

| Ukupan broj bodova na HRS skali | Skupina 1 N=20 |
|--|---------------------------|
| 12 | 7 |
| 13 | 10 |
| 14 | 3 |

Prema procjeni ezofagealnog govora (druga skupina ispitanika) po Stankovićevoj ljestvici, 11 (55%) ispitanika govori potpuno automatizirano ezofagealno i razumljivo, odnosno alaringealni glas i govor procijenjen je kao odličan, dok 9 (45%) ispitanika govori kontinuiranim ezofagealnim glasom i razumljivim ezofagealnim govorom, ali su pojedini slogovi povremeno obezvučeni, odnosno alaringealni glas i govor procijenjen je kao dobar.

Tablica 5.11.: Raspodjela ispitanika prema ocjeni ezofagealnog glasa i govora po Stankovićevoj ljestvici

| OCJENA GOVORA | Skupina 2 N=20 |
|----------------------|---------------------------|
| Odličan | 11 |
| Dobar | 9 |

5. 2. Analiza akustičkih parametara alaringealnog glasa

Rezultati analize akustičkih parametara alaringealnog glasa pokazuju značajno nižu vrijednost osnovne frekvencije (Kruskal – Wallis test, $p=0,024$), i vrijednosti jitera (Kruskal – Wallis test, $p < 0,001$) kod ispitanika s elektrolarinksom što znači da je takav glas subjektivno najdublji i najmanje hrapav. Značajne razlike pronađene su i u minimalnim vrijednostima osnovne frekvencije, koje su značajno najniže kod ispitanika s govornom protezom (Kruskal – Wallis test, $p=0,032$). Značajne razlike pronađene su u vrijednostima frekvencijskog raspona, koji je značajno najuži kod ispitanika s elektrolarinksom (Kruskal – Wallis test, $p=0,007$). Srednje vrijednosti shimmera, odnosno količine šuma u glasu od 0,72 (interkvartilnog raspona od 0,27 do 1,8) su značajno niže od kod ispitanika s elektolarinksom u odnosu na ezofagealne ispitanike i one s GP (Kruskal – Wallis test, $p=0,030$). Vrijednost HNR – a, odnosno omjera signal – šum je najmanja kod ezofagealnih ispitanika, što znači da oni imaju najviše šuma, a najmanje signala u glasu sa srednjom vrijednosti 2,31 (interkvartilnog raspona od 1,79 do 3,44) (Kruskal – Wallis test, $p=0,015$), (Tablica 5. 12.).

Tablica 5.12.: Srednje vrijednosti akustičkih parametara prema skupinama

| | Medijan (interkvartilni raspon) | | | p* |
|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------|-------------------------|--------|
| | Skupina 1 | Skupina 2 | Skupina 3 | |
| Fundamentalna frekvencija | 132,72 (94,26-207,51) | 187,07 (136,02-229,29) | 104,25 (86,14-223,1) | 0,024 |
| Minimalna frekvencija | 76,27 (75-89,45) | 76,8 (75,24-77,8) | 87,6 (78,66-107,76) | 0,032 |
| Maksimalna frekvencija | 315,18 (160,28-409,13) | 360,45 (222,27-411,04) | 111,47 (89,67-385,4) | 0,057 |
| Frekvencijski raspon | 161,09 (16,81-311,12) | 284,21 (145,86-333,23) | 16,98 (2,41-255,91) | 0,007 |
| Jitter | 4,03 (2,76-6,12) | 4,57 (3,48-6,18) | 1,56 (0,76-2,25) | <0,001 |
| Shimmer | 1,41 (0,93-1,8) | 1,44 (1,29-1,79) | 0,72 (0,27-1,8) | 0,030 |
| Omjer signal – šum | 3,09 (2,25-6,49) | 2,31 (1,79-3,44) | 9,86 (2,04-15,88) | 0,015 |

*Kruskal – Wallis test

Uspoređujući ispitanike s govornom protezom i ezofagealne ispitanike značajne su razlike samo u osnovnoj alaringealnoj frekvenciji (Mann – Whitney U test, $p=0,033$). Kod ispitanika s govornom protezom i elektrolarinksom značajne su razlike po svim akustičkim parametrima, osim u osnovnoj frekvenciji i maksimalnim vrijednostima osnovne frekvencije. Kod usporedbe ezofagealnih i ispitanika s elektrolarinksom, značajne su razlike u svim izmjerenim akustičkim parametrima (Tablica 5. 13).

Tablica 5.13.: Značajnost razlike akustičkih parametara između skupina

| | p – vrijednost* | | |
|----------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | Skupina 1 vs. skupina 2 | Skupina 1 vs. Skupina 3 | Skupina 2 vs. Skupina 3 |
| Fundamentalna frekvencija | 0,033 | 0,725 | 0,011 |
| Minimalna frekvencija | 0,829 | 0,042 | 0,013 |
| Maksimalna frekvencija | 0,256 | 0,234 | 0,016 |
| Frekvencijski raspon | 0,499 | 0,013 | 0,005 |
| Jitter | 0,304 | <0,001 | <0,001 |
| Shimmer | 0,766 | 0,033 | 0,016 |
| Omjer signal – šum | 0,094 | 0,048 | 0,013 |

*Mann – Whitney U test

5. 3. Analiza prozodijskih elemenata alaringealnog govora

Kod ispitanika s elektrolarinksom melodija je značajno uvijek jednolična (Fisherov egzaktni test, $P<0,001$), nije promjenjiva (Fisherov egzaktni test, $P<0,001$) i nije odgovarajuća (Fisherov egzaktni test, $P<0,001$) u odnosu na ispitanike s govornom protezom kod kojih melodija nikad nije jednolična. Kod ezofagealnih ispitanika je melodija značajno više promjenjiva, a značajno je i uvijek odgovarajuća kod ispitanika s govornom protezom (Tablica 5. 14).

Tablica 5.14.: Ispitanici prema melodiji i skupinama

| Melodija | Broj (%) ispitanika | | | | p* |
|---------------------|---------------------|-----------|-----------|----------|---------|
| | Skupina 1 | Skupina 2 | Skupina 3 | Ukupno | |
| Jednolična | | | | | |
| Uvijek | 0 | 0 | 20/20 | 20 (33) | < 0,001 |
| Povremeno | 7/20 | 10/10 | 0 | 17 (28) | |
| Nikad | 13/20 | 10/20 | 0 | 23 (38) | |
| Promjenjiva | | | | | |
| Uvijek | 4/20 | 3/20 | 0 | 7 (12) | < 0,001 |
| Povremeno | 4/20 | 11/20 | 1/20 | 16 (27) | |
| Nikad | 12/20 | 6/20 | 19/20 | 37 (62) | |
| Odgovarajuća | | | | | |
| Uvijek | 11/20 | 8/20 | 0 | 19 (32) | < 0,001 |
| Povremeno | 8/20 | 12/20 | 1/20 | 21 (35) | |
| Nikad | 1/20 | 0 | 19/20 | 20 (33) | |
| Ukupno | 20/20 | 20/20 | 20/20 | 60 (100) | |

*Fisherov egzaktni test

Naglasak nemaju značajno češće ispitanici s elektrolarinksom, njih 14/20 (Fisherov egzaktni test, $P < 0,001$). Od 15 (25 %) ispitanika koji samo povremeno imaju djelomični naglasak, značajno je manje ezofagealnih ispitanika (Fisherov egzaktni test, $P = 0,004$), a naglasak uvijek imaju značajno češće ispitanici s govornom protezom (Fisherov egzaktni test, $P < 0,001$), (Tablica 5. 15.).

Tablica 5.15.: Ispitanici prema naglasku i skupinama

| Naglasak | Broj (%) ispitanika | | | | p* |
|-----------------------|---------------------|-----------|-----------|----------|---------|
| | Skupina 1 | Skupina 2 | Skupina 3 | Ukupno | |
| Nema | | | | | |
| Uvijek | 0 | 2/20 | 14/20 | 16 (27) | < 0,001 |
| Povremeno | 2/20 | 8/20 | 6/20 | 16 (27) | |
| Nikad | 18/20 | 10/20 | 0 | 28 (47) | |
| Djelomično ima | | | | | |
| Uvijek | 4/20 | 10/20 | 0 | 14 (23) | 0,004 |
| Povremeno | 5/20 | 4/20 | 6/20 | 15 (25) | |
| Nikad | 11/20 | 6/20 | 14/20 | 31 (52) | |
| Ima | | | | | |
| Uvijek | 11/20 | 4/20 | 0 | 15 (25) | < 0,001 |
| Povremeno | 6/20 | 14/20 | 3/20 | 26 (43) | |
| Nikad | 0 | 2/20 | 17/20 | 19 (32) | |
| Ukupno | 20/20 | 20/20 | 20/20 | 60 (100) | |

*Fisherov egzaktni test

Stanke uvijek nema samo 3 (5%) ispitanika, respiratorne stanke povremeno ima 19 (32%) ispitanika, a logičke stanke uvijek ima 50 (83%) ispitanika. U stankama nema značajnih razlika u odnosu na skupine ispitanika (Tablica 5.16.).

Tablica 5.16.: Ispitanici prema stankama i skupinama

| Stanke | Broj (%) ispitanika | | | | p* |
|---------------------|---------------------|-----------|-----------|----------|------|
| | Skupina 1 | Skupina 2 | Skupina 3 | Ukupno | |
| Nema | | | | | |
| Uvijek | 0 | 0 | 3/20 | 3 (5) | 0,10 |
| Povremeno | 20/20 | 20/20 | 17/20 | 57 (95) | |
| Respiratorne | | | | | |
| Povremeno | 6/20 | 10/20 | 3/20 | 19 (32) | 0,07 |
| Nikad | 14/20 | 10/20 | 17/20 | 41 (68) | |
| Logičke | | | | | |
| Uvijek | 18/20 | 15/20 | 17/20 | 50 (83) | 0,57 |
| Povremeno | 2/20 | 5/20 | 3/20 | 10 (17) | |
| Ukupno | 20 (100) | 20 (100) | 20 (100) | 60 (100) | |

*Fisherov egzaktni test

Najviše ispitanika, njih 19 (32%) ima neprimjeren ritam (usporen ili brz), značajno češće kod ezofagealnih ispitanika (Fisherov egzaktni test, $P=0,005$).

Bez promjenjivog ritma je značajno više ispitanika s elektrolarinksom, njih 16/20 od 37 (62 %) ispitanika (Fisherov egzaktni test, $P=0,001$).

Uvijek ima 14/20 ispitanika s govornom protezom odgovarajući ritam, što je značajno više ispitanika u odnosu na ezofagealne ili one s elektolarinksom (Fisherov egzaktni test, $P=0,02$), (Tablica 5.17.).

Tablica 5.17.: Ispitanici prema ritmu i skupinama

| Ritam | Broj (%) ispitanika | | | | p* |
|---|---------------------|-----------|-----------|---------|-------|
| | Skupina 1 | Skupina 2 | Skupina 3 | Ukupno | |
| Neprimjeren (usporen ili ubrzan) | | | | | |
| Uvijek | 1/20 | 0 | 6/20 | 7 (12) | 0,005 |
| Povremeno | 4/20 | 11/20 | 4/20 | 19 (32) | |
| Nikad | 15/20 | 9/20 | 10/20 | 34 (47) | |

| Promjenjiv | | | | | |
|---------------------|-------|-------|-------|----------|-------|
| Uvijek | 0 | 6/20 | 3/20 | 9 (15) | 0,001 |
| Povremeno | 5/20 | 8/20 | 1/20 | 14 (23) | |
| Nikad | 15/20 | 6/20 | 16/20 | 37 (62) | |
| Odgovarajući | | | | | |
| Uvijek | 14/20 | 6/20 | 10/20 | 30 (50) | 0,02 |
| Povremeno | 5/20 | 12/20 | 4/20 | 21 (55) | |
| Nikad | 1/20 | 2/20 | 6/20 | 9 (15) | |
| Ukupno | 20/20 | 20/20 | 20/20 | 60 (100) | |

*Fisherov egzaktni test

Kod ispitanika s govornom protezom značajno je bolja melodija s obzirom na manju jednoličnost ili promjenjivost, i uvijek odgovarajuća u odnosu na ezofagealne ispitanike i one s elektrolarinksom (Kruskal – Wallis test, $P < 0,001$).

U svim oblicima ostvarenja naglasaka, značajne su promjene u odnosu na skupine, značajno ga nemaju ispitanici s elektrolarinksom (Kruskal – Wallis test, $P < 0,001$), dok ga djelomično imaju ezofagealni ispitanici (Kruskal – Wallis test, $P = 0,004$).

U stankama nema značajnih razlika prema skupinama, a promjenjivi ritam imaju povremeno ezofagealni ispitanici (Kruskal – Wallis test, $P = 0,002$), (Tablica 5. 18.).

Tablica 5.18.: Srednje vrijednosti melodije, naglasaka, stanki i ritma prema skupinama

| | Medijan (interkvartilni raspon) | | | p* |
|-----------------|--|------------------|------------------|-----------|
| | Skupina 1 | Skupina 2 | Skupina 3 | |
| Melodija | | | | |
| Jednolična | 3 (2-3) | 2,5 (2-3) | 1 (1-1) | <0,001 |
| Promjenjiva | 3 (2-3) | 2 (2-3) | 3 (3-3) | <0,001 |
| Odgovarajuća | 1 (1-2) | 2 (1-2) | 3 (3-3) | <0,001 |
| Naglasak | | | | |
| Nema | 3 (3-3) | 2,5 (2-3) | 1 (1-2) | <0,001 |
| Djelomično ima | 3 (2-3) | 1,5 (1-3) | 3 (2-3) | 0,004 |
| Ima | 1 (1-2) | 2 (2-2) | 3 (3-3) | <0,001 |

| Stanke | | | | |
|-----------------------------------|------------|------------|-----------|-------|
| Nema | 3 (3-3) | 3 (3-3) | 3 (3-3) | 0,05 |
| Respiratorne | 3 (2-3) | 2,5 (2-3) | 3 (3-3) | 0,06 |
| Logičke | 1 (1-1) | 1 (1-1,75) | 1 (1-1) | 0,44 |
| Ritam | | | | |
| Neprijmjeran (usporen ili ubrzan) | 3 (2,25-3) | 2 (2-3) | 2,5 (1-3) | 0,11 |
| Promjenjiv | 3 (2,25-3) | 2 (1-3) | 3 (3-3) | 0,002 |
| Odgovarajući | 1 (1-2) | 2 (1-2) | 1,5 (1-3) | 0,07 |

*Kruskal – Wallis test

5. 4. Relacije akustičkih i prozodijskih obilježja alaringealnog glasa i govora

Što je melodija češće jednolična, to je manja vrijednost minimalne frekvencije. Kod promjenjive i odgovarajuće melodije, povezanost je pozitivna i značajna s vrijednosti minimalne frekvencije, dok s vrijednosti maksimalne frekvencije nema značajnih povezanosti. Što je veća vrijednost minimalne frekvencije, to su i veće ocjene ostvarenja naglasaka (Tablica 5. 19.).

Tablica 5.19.: Spearmanova ocjena povezanosti melodije i naglasaka s minimalnom i maksimalnom frekvencijom

| | Spearmanov koeficijent korelacije ρ, (P vrijednost) | |
|-----------------|--|-------------------------------|
| | Minimalna frekvencija | Maksimalna frekvencija |
| Melodija | | |
| Jednolična | -0,299 (0,02) | 0,237 (0,07) |
| Promjenjiva | 0,306 (0,02) | -0,211 (0,11) |
| Odgovarajuća | 0,286 (0,03) | -0,199 (0,13) |
| Naglasak | | |
| Nema | -0,158 (0,23) | 0,085 (0,52) |
| Djelomično ima | -0,007 (0,96) | -0,212 (0,10) |
| Ima | 0,323 (0,01) | -0,115 (0,38) |

Kod jednolične melodije povezanost je pozitivna i značajna s frekvencijskim rasponom, dok je kod odgovarajuće melodije negativna i značajna. Kod promjenjive melodije povezanost s frekvencijskim rasponom je negativna, ali nije značajna. Neostvarivanje naglasaka u govoru u pozitivnoj je i značajnoj korelaciji s frekvencijskim rasponom, dok je ostvarivanje naglasaka u negativnoj i značajnoj korelaciji s rasponom. Djelomično ostvarenje naglasaka je u negativnoj korelaciji s rasponom, ali nije značajno (Tablica 5.20.).

Tablica 5.20.: Spearmanova ocjena povezanosti melodije i naglasaka s frekvencijskim rasponom

| | Spearmanov koeficijent korelacije ρ , (P vrijednost) |
|-----------------|--|
| | Frekvencijski raspon |
| Melodija | |
| Jednolična | 0,368 (0,004) |
| Promjenjiva | -0,237 (0,068) |
| Odgovarajuća | -0,358 (0,005) |
| Naglasak | |
| Nema | 0,271 (0,036) |
| Djelomično ima | -0,143 (0,275) |
| Ima | -0,260 (0,045) |

Računajući korelaciju međusobnih prozodijskih elemenata, pozitivna i značajna povezanost postoji kod promjenjivog ritma s respiratornim stankama, dok negativna i značajna povezanost postoji kod odgovarajućeg ritma s respiratornim stankama (Tablica 5.21.).

Tablica 5.21.: Spearmanova ocjena povezanosti stanki s ritmom

| | Spearmanov koeficijent korelacije ρ | P vrijednost | |
|---|--|----------------|----------------|
| | Stanke | | |
| Ritam | Nema | Respiratorne | Logičke |
| Neprimjeren (usporen ili ubrzan) | 0,202 (0,122) | 0,134 (0,306) | 0,147 (0,262) |
| Promjenjiv | 0,13 (0,923) | 0,319 (0,013) | -0,174 (0,182) |
| Odgovarajući | -0,153 (0,244) | -0,266 (0,040) | 0,094 (0,477) |

6. RASPRAVA

U svakodnevnom kliničkom radu na ORL klinici i volonterskom radu u Klubu laringektomiranih osoba Osijek kroz višegodišnji staž, tijekom komunikacije s laringektomiranim osobama, kao i opažajući njihovu komunikaciju s ostalim sugovornicima, primjećuje se nekoliko ponavljajućih problema. Tijekom komunikacije u zatvorenoj prostoriji u kojoj nije pretjerana ambijentna buka laringektomirane osobe uspješno komuniciraju i glasnoća alaringealnog glasa je uglavnom zadovoljavajuća, međutim problem se javlja u komunikaciji u otvorenom prostoru, gdje je buka značajna. Nerijetko se dogodi da sugovornik nije siguran je li laringektomirana osoba postavila pitanje ili je nešto konstatirala ukoliko je rečenica jednakog sintaktičkog oblika, a dio neverbalne komunikacije, odnosno mimika i gestikulacija, izostanu ili su nedovoljne. Također, događa se da laringektomirane osobe koje imaju odličan nadomjesni glas, manje i kraće govore zbog zamora koji se javlja u spontanoj komunikaciji tijekom nešto dužeg govora ili zbog odustajanja od uobičajnog načina govora, jer pretpostavljaju da ih sugovornik neće razumjeti. Ovo se posebno događa ezofagealnim govornicima. Traheozofagealni govornici, kao i elektrolaringealni, ponekad izbjegavaju govoriti pred određenom populacijom zbog estetskog i zvučnog dojma. Sve laringektomirane žene, nakon što glasno progovore, žale se na značajno sniženu visinu glasa, čija frekvencija objektivno odgovara rasponu muškog glasa, uključujući i timbar koji je značajno hrapaviji i šumniji.

6. 1. Analiza deskriptivnih podataka

Gledajući distribuciju prema spolu značajno je više muškaraca od žena. Ovaj podatak je očekivan s obzirom na to da od karcinoma grkljana češće oboljevaju muškarci. Incidencija ove bolesti nije se značajno mijenjala unazad nekoliko godina u općoj populaciji, ali spolna distribucija jest. Omjer oboljelih muškarci – žene 70.–tih godina prošlog stoljeća bio je 7 : 1, a zadnjih nekoliko godina je 4 : 1 prema podacima Američkog društva za rak (133). Pretpostavlja se da je ovakav omjer posljedica današnjeg stila života, gdje žene znatno više konzumiraju duhanske proizvode i alkoholna pića, te su izložene karcinogenima u radnoj i životnoj okolini (134, 135). Ipak, omjeri muškarci – žene prema spolu variraju ovisno o zemljama

svijeta, od 5 : 1 do 20 : 1 (136). Značajna razlika incidencije je u središnjoj i istočnoj Europi u korist žena u odnosu na Sjevernu Ameriku (137, 138). Uspoređujući podatke naše županije posljednjih 20 godina stopa incidencije kod muškaraca registrira pad, dok je kod žena stalna (139). U ovoj studiji je, također, uključeno više muškaraca, njih 56 (93%) nego žena, njih 4 (7%). Prema podacima Registra za rak Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo iz 2016. godine, u Hrvatskoj je od raka grkljana do 2014. godine oboljelo 511 osoba, od čega Osječko – baranjska županija zauzima prvo mjesto prema broju oboljelih muškaraca, te treće mjesto prema broju oboljelih žena (140). Time Hrvatska zauzima visoko sedmo mjesto u Europi (141). Niska incidencija pojave karcinoma larinksa vidljiva je jedino u religijskim skupinama u kojima je strogo zabranjena konzumacija duhanskih proizvoda i alkoholnih pića (142).

Prosječna životna dob ispitanika koji su sudjelovali u ovoj studiji je 63 godine. Najmlađi ispitanik imao je 51 godinu, a najstariji 86 godina. Većina dosadašnjih studija ima uzorak ispitanika slične životne dobi, kao i u ovoj studiji, jer se karcinom grkljana uglavnom javlja između 50.–te i 70.–te godine života. U 55% slučajeva dijagnosticira se osobama iznad 60 godina (139). Međutim, broj novooboljelih unutar starije dobne skupine ipak ima padajuću tendenciju. Iznimku čine osobe mlađe dobne skupine gdje se bilježi porast, a jedan od uzroka ove pojave je porast infekcija HPV–om (141).

Pomalo iznenađuje podatak da je, od ukupnog broja ispitanika uključenih u studiju, više njih koji žive u gradu, 32 (53%), nego onih koji žive na selu, 28 (47%). Malo studija koje istražuju laringektomirane osobe uzimaju u obzir ovakav demografski podatak, pa su podatci teško usporedivi. Ovi rezultati mogu se objasniti mogućnošću većeg broja pacijenata sa sela u ukupnom broju oboljelih od malignih bolesti glave i vrata, a ne samo gledajući broj oboljelih od karcinoma grkljana. Također, detaljniji pregled ovih podataka pokazuje da većina ispitanika živi u manjim slavonskim mjestima koja imaju status grada. Pretpostavka je da su mogućnost redovnog dolaska na logopetsku terapiju, veći komunikacijski zahtjevi urbanih mjesta, te motivacija pacijenta za glasovno – govornu rehabilitaciju, imali ulogu u kreiranju ovakve demografske slike. U istraživanju Rosso sudjelovalo je više, 57% ispitanika sa sela, a manje, 43% iz grada (4).

U dostupnoj literaturi ne postoje podatci o razini formalnog školskog obrazovanja laringektomiranih osoba, no nekoliko je studija proučavalo utjecaj redovnog posla koji je osoba obavljala prije dijagnosticiranog karcinoma i svakodnevnih navika, interesa i hobija na razvoj laringealnog i hipofaringealnog karcinoma. Rezultati studije koja je obuhvatila Francusku, Španjolsku, Švicarsku i Italiju pokazuju da su rizična skupina za ovu vrstu oboljenja ljudi koji su profesionalno izloženi organskim otapalima, drvenoj prašini, formaldehidu, azbestu, iperitu, niklenoj prašini i zračenju. Od osobnih čimbenika, značajan utjecaj imaju, već dobro poznata, konzumacija alkoholnih pića i duhanskih proizvoda i neodgovarajuće prehrabene navike (143). Slične rezultate daje i istraživanje provedeno u Njemačkoj koje je potvrdilo već poznate rizične čimbenike, ali i uvrstilo cementnu prašinu među njih, te studija koja cement smatra ozbiljnim kandidatom za daljnja toksikološka ispitivanja vezana uz razvoj raka grla (144-146). U ovoj studiji, najviše ispitanika ima srednju stručnu spremu, njih 57 (95%), dok ih manji broj, njih 3 (5%), ima visoku stručnu spremu. U prvoj skupini 2 (10%) ispitanika imaju visoku stručnu spremu, a ostalih 18 (90%) ima srednju stručnu spremu. U drugoj skupini svi ispitanici imaju srednju stručnu spremu, a u trećoj skupini 1 (5%) ispitanik ima visoku stručnu spremu, a 19 (95%) ima srednju stručnu spremu. Većina ispitanika imaju srednju stručnu spremu obrtničkog usmjerenja. Dobiveni rezultati su razumljivi i logični s obzirom na to da većina visoko obrazovanog stanovništva zaposlenog u struci ima povoljne prostorne uvjete rada i rjeđe su izloženi gore navedenim, štetnim spojevima. Pretpostavka je da su viši stupanj obrazovanja i socioekononski status u uskoj vezi s kvalitetnijim prehrabnim i životnim navikama, iako to ne mora uvijek biti slučaj. Troje ispitanika s visokom stručnom spremom nije isključeno iz studije, jer se u ovoj studiji prozodija ispitivala na pojednostavljen način u smislu imaju li laringektomirane osobe intonaciju i naglasak u govoru ili nemaju. Takvi rezultati daju smjernice edukacijsko – rehabilitacijskoj znanosti i kliničkoj logopediji, a ne jezičnoj znanosti kojoj je važan kvalitativni opis intonacije i mjesto naglaska unutar riječi. U jezičnim ispitivanjima bi različita razina obrazovanja zdravih ispitanika bitno utjecala na dobivene rezultate, no u ovom slučaju nema značajnu ulogu, pogotovo jer se radi o specifičnom i malom uzorku. Također, s obzirom na samo 3 ispitanika s VSS nije bilo mogućnosti napraviti statistički pouzdan izračun postoji li i u kojoj mjeri utjecaj razine obrazovanja na

duljinu rehabilitacijskog procesa i kvalitetu alaringealne fonacije nakon završene rehabilitacije.

U ovom istraživanju svim ispitanicima učinjena je totalna laringektomija s rekonstrukcijom farinksa, te disekcijom vrata s obzirom na to da se radilo o uznapredovalim karcinomima s visokim rizikom metastaziranja. Iz istog razloga, kirurško liječenje je bilo primarno, a nakon toga je slijedilo daljnje onkološko liječenje. Kemoterapiji, radioterapiji i radiokemoterapiji podvrgnuto je ukupno 58 (97%) ispitanika, a dvoje (3%) je liječeno isključivo kirurški. Najveći broj ispitanika bio je izložen liječenju radioterapijom, njih 33 (55%), dok je 2 (3%) ispitanika bilo izloženo liječenju kemoterapijom, a 23 (40%) ispitanika bilo je liječeno kombiniranom RKT. Na odabir terapijskog postupka utječu stadij bolesti, kronološka dob pacijenta, opće zdravstveno stanje i komorbiditet (147). Prema literaturnim podacima, kirurškim liječenjem postiže se lokalna kontrola bolesti od 70–90% ovisno o stupnju razvijenosti tumora (148), dok se primarnom RT postiže lokalna kontrola bolesti od 70–94%, također, ovisno o stadiju bolesti (149). Bitno je imati na umu da u učinkovitosti RT značajnu ulogu ima njena dostupnost, odnosno lista čekanja, te da je primarni cilj liječenja kontrola bolesti, a zatim očuvanje određenih funkcija.

U kirurškoj praksi postoji nekoliko mogućnosti ugradnje GP. Jedna od mogućnosti je primarno oblikovanje TEF i neposredno postavljanje GP odmah nakon učinjene laringektomije (primarna ugradnja). Druga opcija je oblikovanje TEF neposredno nakon laringektomije, te plasiranje GP nakon 1–2 dana ambulantno (odgođena primarna ugradnja). Treća opcija je oblikovanje TEF i plasiranje GP nekoliko mjeseci od laringektomije (sekundarna ugradnja). U prvoj skupini traheozofagealnih ispitanika, primarna ugradnja GP bila je kod 6 (30%) slučajeva, a kod 14 (70%) radilo se o sekundarnoj ugradnji GP. U prvoj skupini traheozofagealnih ispitanika, primarna ugradnja GP bila je kod 6 (30%) slučajeva, a kod 14 (70%) radilo se o sekundarnoj ugradnji GP. Prema procjeni kvalitete alaringealnog glasa u odnosu na hrapavost, šumnost, glasnoću i razumljivost artikulacije 12 (60%) traheozofagealnih ispitanika imalo je odličan glas, a 8 (40%) dobar glas. Podatci dosadašnjih studija pokazuju kako razvijene europske zemlje koriste primarnu ugradnju GP, te ju smatraju standardnom metodom, a zemlje koje su dosad tradicionalno koristile sekundarnu ugradnju GP pokazuju rastuću tendenciju

k primarnoj ugradnji zadnje desetljeće (150). Lukinović i sur., uspoređujući primarnu i sekundarnu ugradnju, dobili su rezultate koji pokazuju da je glasovno – govorna rehabilitacija bila uspješnija kod primarne ugradnje GP, no nije bilo statistički značajne razlike u uspjehu između primarne i sekundarne ugradnje (151). Određeni autori navode prednosti primarne ugradnje GP, kao što su ranija mogućnost govora, jednokratna hospitalizacija i podvrgavanje općoj anesteziji, a time ušteda vremena i financijskih sredstava (152, 153). Sidell navodi kako kod primarne ugradnje veličina GP češće bolje odgovara nego kod primarne odgođene, a razlog tome je vjerojatno manji stupanj oticanja traheoezofagealnog zida (154).

Prosječno razdoblje proteklo od laringektomije iznosilo je 24 mjeseca. Najkraći period bio je 6 mjeseci, a najduži 33 godine. Ovaj podatak je logičan s obzirom na to da su u studiju uključeni samo uspješno rehabilitirani pacijenti koji više nisu uključeni u rehabilitacijski proces. S druge strane, kod većine ispitanika nije prošlo više od pet godina od operacije, jer je uzorak skupljan i pripreman čim se ideja za ovaj rad pojavila. Isto tako, laringektomirani pacijenti dužni su dolaziti na redovne onkološke kontrole u ORL onkološku ambulantu unutar pet godina, pa je do njih lakše doći, nego do pacijenata koji su operirani ranije. Takvi pacijenti se mogu prikupiti jedino ako su aktivni u Klubu laringektomiranih osoba ili kad dođu na zamjenu GP kod otorinolaringologa. U preoperacijsko savjetovanje uključen je samo onaj dio pacijenata koji su na savjetovanje upućeni od operatera. Nije se uzimao podatak perioda proteklog od operacijskog zahvata do početka poslijeoperacijske logopedске rehabilitacije, jer on ovisi o mnogobrojnim faktorima, kao što su: poslijeoperacijski oporavak, opće zdravstveno stanje i psihički status pacijenta nakon operacije, komorbiditet, daljnje liječenje po onkologu, vrsta odabrane glasovno – govorne rehabilitacije i (ne)mogućnost kontinuiranog dolaska na terapiju. Vrstu rehabilitacije određuju kirurg i logoped zajedno s pacijentom uvažavajući njegovu želju, ali i njegove mogućnosti, te životne uvjete, a početak poslijeoperacijske rehabilitacije određuje kirurg ovisno o navedenim faktorima.

Razdoblje trajanja glasovno – govorne rehabilitacije razlikuje se ovisno o vrsti primijenjene metode. Nakon ugradnje GP minimalna duljina individualne logopedске terapije bila je 2 mjeseca, a maksimalna 5 mjeseci. Medijan razdoblja trajanja individualne rehabilitacije TEG iznosi 3,00 mjeseca. Potrebno je naglasiti da su

klinička praksa i znanstvene studije pokazale da nema značajne razlike u uspostavljanju traheoezofagealnog glasa, niti u kvaliteti glasa, kao ni u trajanju rehabilitacije između pacijenata kojima je GP ugrađena primarno i onih kojima je ugrađena sekundarno. U većini slučajeva, ovi parametri ovise o drugim čimbenicima, kao što su komplikacije vezane uz GP, napetost miškulature, stav tijela, te kognitivno funkcioniranje pacijenta. Kod ispitanika rehabilitiranih učenjem EG minimalna duljina individualne logopedске terapije bila je 6 mjeseci, a maksimalna 14 mjeseci. Medijan razdoblja trajanja individualne rehabilitacije EG iznosi 10,00 mjeseci. Rehabilitacija učenjem ezofagealnog govora zahtjevnija je od ostalih metoda rehabilitacije, a uspjeh ovisi o mnogim čimbenicima. Očuvano kognitivno funkcioniranje, prije svega uredno intelektualno funkcioniranje i visok stupanj motivacije, preduvjet su, ali i dobar prognostički faktor za učenje EG. Međutim, morfološko – anatomska obilježja nakon laringektomije, kao što su uska krikofaringealna miškulatura, te ezofagealna ili faringealna stenoza mogu smanjiti tlak zraka i na taj način otežati i prolongirati rehabilitacijski proces. Ispitanicima s elektrolarinksom rehabilitacija se odvija unutar mjesec dana, s obzirom na to da im je dostatan dolazak k logopedu nekoliko puta, obično 1–3 puta da svladaju govor uz pomoć ovog aparata, stoga se oni nisu uzimali u obzir prilikom ovog izračuna. Naučiti koristiti elektrolarinks nije zahtjevno, ali se optimalna upotreba postiže kroz vodstvo logopeda. Rehabilitacija je kratkog trajanja zbog nepostojanja potrebe opsežne obuke i jednostavnosti komercijalne dostupnosti aparata. Rezultati 5 prospektivnih, 5 retrospektivnih, te 11 deskriptivnih studija pokazali su zastupljenost sve tri vrste nadomjesnog govora s prednosti govora s GP i elektrolarinksom ispred ezofagealnog u odnosu na brzinu rehabilitacije (7, 155).

6. 2. Analiza kvalitete alaringealnog glasa

Prema procjeni alaringealnog glasa, većina traheoezofagealnih i ezofagealnih ispitanika ima odličan, a ostali imaju dobar glas. Kod traheoezofagealnih ispitanika, njih 12 (60%) ima odličan, a 8 (40%) dobar glas, dok 11 (55%) ezofagealnih ispitanika ima odličan, a 9 (45%) dobar glas. Glasovna rehabilitacija bila je izazov još od prve učinjene laringektomije kada nije bila poznata dovoljno dobra metoda, optimalna za uspostavljanje glasne komunikacije, a očuvavajuća za funkcije gutanja i disanja (156, 157). Iako su danas laringektomirani uključeni u multidisciplinarnu

rehabilitaciju nakon operacije i svaki dio rehabilitacije je važan, glasovno – govorna još uvijek prednjači pred ostalima, jer sprječava psihosocijalne i ekonomske posljedice nemogućnosti glasnog govora (65). Rezultati istraživanja Rosso pokazuju da je 96% ispitanika glasovno rehabilitirano, a samo 4% afonično. 64% govori traheozofagealno, 24% ezofagealno, a 7% uz pomoć elektrolarinksa. Nekolicina ispitanika nije bila rehabilitirana te je komunicirala pisanjem ili produkcijom bukalnog govora (4). Pri produkciji bukalnog govora pacijent koristi zrak iz usne šupljine, a ponekad i zrak zadržan u ždrijelu, pa producira faringealni govor.

Dosadašnja istraživanja kvalitete glasa laringektomiranih osoba uključivala su perceptivne procjene i samoprocjene postojećim modificiranim ljestvicama, akustičku analizu glasa ili njihovu kombinaciju. Najveći broj istraživanja baziran je na evaluaciji traheozofagealnog glasa s obzirom na to da je ta kirurška metoda glasovne rehabilitacije najnovija i zadnjih je godina postala „zlatni standard“ u rehabilitaciji laringektomiranih osoba. Rezultati dosad provedenih istraživanja variraju što je vjerojatno posljedica različite metodologije istraživanja, ali i tehničke opreme s kojom se mjeri, te prostornih uvjeta u kojima se odvija mjerenje.

U ovu studiju uključeni su samo oni traheozofagealni ispitanici koji su na HRS skali ostvarili ukupan rezultat od 12 do 15 bodova, što znači uspješnost rehabilitacije 80–100%. U ovom istraživanju maksimalno mogući broj bodova bio je zapravo 14, jer su u Hrvatskoj u upotrebi govorne proteze koje mijenja isključivo otorinolaringolog zbog čega je maksimalni mogući broj bodova na HRS–ovoj trećoj subskali bio 4 od mogućih 5. Na prve dvije subskale moguće je bilo ostvariti po 5 bodova na svakoj. Najviše ispitanika, njih 10, (50%) ostvarilo je 13 bodova, a najmanji broj je imao maksimalnih 14 bodova.

Na prvoj podskali najveći broj ispitanika, njih 17 (85%) imao je 4 boda, a na drugoj podskali, najviše njih 13 (65%), imalo je najviših 5 bodova. Na trećoj podskali svi ispitanici ostvarili su najviše mogućih 4 boda. Rezultati pokazuju kako najviše traheozofagealnih ispitanika koristi TEG kao glavno sredstvo verbalne komunikacije uz ručnu okluziju traheostome. Ručna okluzija pokazala se vrlo zadovoljavajućom, jer se najviše ispitanika izjasnilo kako lako dobivaju alaringealni glas, dobre kvalitete koji omogućuje razumljiv spontani govor. Tek nekolicina ispitanika, njih 7 (35%) tvrdi

kako je, bez obzira na dobro okludiranu traheostomu i razumljiv govor, glas blago napet i pneumoničan. Samo 3 (15%) ispitanika koristi svakodnevno AGV. Objašnjenje ovakvih rezultata može se naći u činjenici kako nekolicina laringektomiranih osoba s ugrađenom GP u Hrvatskoj nije bila u prilici isprobati govoriti s AGV–om , dok ostali koji su probali nisu bili dovoljno strpljivi ili uporni da bi uvijekbali fluentan spontani govor s AGV–om. Traheoezofagealni glas s AGV–om nešto je manjeg intenziteta nego TEG s ručnom okluzijom, što može biti još jedan razlog češće upotrebe ruke. Premda je jedna ruka zauzeta tijekom ovog načina govora, klinička praksa pokazuje da većinu pacijenata to ne smeta, jer im je najvažnija mogućnost glasnog govora.

Rezultati jedne studije pokazali su slabiju razumljivost govora i kvalitetu glasa kod ispitanika s elektrolarinksom od onih s ugrađenom GP. Zadovoljstvo pacijenata i samoprocjena kvalitete života bili su značajno bolje ocjenjeni kod traheoezofagealnih ispitanika, a objektivni indeks bio je sličan između izvrsnih traheoezofagealnih i ezofagealnih govornika (155). Za Stafforda je kirurška restitucija glasa pomoću traheoezofagealne fistule nesumnjivo najuspješnija metoda glasovne rehabilitacije za laringektomirane osobe, te jedan od najznačajnijih događaja u kirurgiji glave i vrata, jer je rezultirao uvelike poboljšanom kvalitetom života za većinu pacijenata (158). Hotz i sur. vršili su procjenu HRS skalom i dobili stopu uspješnosti glasovne rehabilitacije 40–62% analizirajući pacijente s GP, pri čemu dob, spol, lokalizacija i stadij tumora, te onkološka terapija nisu imali utjecaj na uspjeh rehabilitacije (159). Terada i sur. zabilježili su stopu uspješnosti rehabilitacije do 90% ugradnjom GP (160). Procjena HRS skalom značajna je, jer mjeri stupanj upotrebe GP i sposobnost korisnikove brige o govornom pomagalu, premda procjena glasa ovom skalom ne daje detaljne, objektivne i validne informacije kao akustička i spektrografska analiza. Stupanj upotrebe i mogućnost brige o plućnim i govornim pomagalima svakako su važni podatci za kliničku praksu.

Cocuzza i sur. navode da 60% ispitanika sa slabijom kvalitetom glasa pokazuje znakove upale, 50% znakove koncentrične hipertrofije ruba TEF, a 25% znakove curenja GP zbog nastalog biofilma (161). Istraživanje koje je provela Đanić Hadžibegović 2013. g. pokazuje dobru kvalitetu traheoezofagealnog glasa kod 2/3 pacijenata s GP, dok je kvaliteta glasa značajno lošija kod onih s učestalim

komplikacijama GP (37). Totalno laringektomirane osobe preoperativno se često javljaju kasno liječniku i u tom trenutku imaju uznapredovale tumore što rezultira kombiniranim liječenjem radikalnim zahvatom i onkološkom terapijom, prije svega RT. Gultekin i sur. analizirali su utjecaj pridruženih operacijskih zahvata, koji se obično učine uz laringektomiju, na funkcionalnost GP, no nisu našli značajne relacije (162). Traheoezofagealnim govornicima važna je upotreba HME kasete, jer osim obavljanja funkcije zbog koje su primarno konstruirane, omogućuju dobro okludiranu traheostomu što ima povoljan učinak na kvalitetu glasa (163, 164).

Uspoređujući vrijednosti fundamentalne frekvencije alaringealnog glasa kod sve tri skupine, najniži prosječni osnovni alaringealni ton imaju ispitanici s elektrolarinksom, a najviši ezofagealni govornici. Frekvencijske vrijednosti glasa ispitanika s GP i elektrolarinksom odgovaraju lagama muškog laringealnog glasa, dok se vrijednosti glasa ezofagealnih ispitanika kreću prema lagama ženskog laringealnog glasa. Najnižu minimalnu osnovnu frekvenciju imaju ispitanici s elektrolarinksom, a najvišu ezofagealni ispitanici, međutim, razlika u najvišoj fundamentalnoj frekvenciji traheoezofagealnih i ezofagealnih ispitanika je zanemariva. Najvišu maksimalnu frekvenciju imaju ezofagealni ispitanici, dok najnižu maksimalnu frekvenciju imaju ispitanici s elektrolarinksom. Najveći frekvencijski raspon glasa imaju ezofagealni govornici, traheoezofagealni imaju zadovoljavajući, a najmanji elektrolaringealni. Ove vrijednosti uvelike ovise o rekonstrukciji farinksa nakon laringektomije i bitno je napomenuti da nestabilnost neoglotičkog vibratornog mehanizma uzrokuje visoko nepravilnu periodu titraja koja se ponekad ne može ni registrirati, što potvrđuju i daljnji rezultati. Količina frekvencijskih i intenzitetskih perturbacija najvišu vrijednost je imala pri produkciji ezofagealnog glasa. Subjektivno se takav glas doživljava kao vrlo hrapav i šuman. Iste vrijednosti bile su najniže kod elektrolaringealnog glasa. Ovakve vrijednosti su sasvim logične s obzirom na to da se radi o tehnički podesivom aparatu. Traheoezofagealni glas ima niže vrijednosti frekvencijskih i intenzitetskih perturbacija, ali bez statističke značajnosti, što znači da je takav glas, također, hrapav i šuman, te da je subjektivnim sluhom teško diferencirati količinu šuma i hrapavosti između prve i druge skupine ispitanika. U prilog tome idu i prosječne vrijednosti HNR–a, gdje najveću količinu tona, a najmanju šuma sadrži elektrolaringealni glas (iz istog, ranije navedenog razloga), dok ezofagealni glas ima najviše šuma, a najmanje harmoničnog tona.

Traheozofagealni glas ima više harmoničnog tona i manje šuma od ezofagealnog, ali manje harmoničnog tona i više šuma od elektrolaringealnog, ponovno bez značajne razlike između prve dvije skupine, dok značajna razlika postoji uspoređujući prve dvije skupine s trećom. Uspoređujući akustičke parametre alaringealnog glasa, značajne su razlike u prosječnim vrijednostima minimalne i fundamentalne frekvencije, frekvencijskih i intenzitetskih perturbacija, te omjera signal – šum. Uspoređujući međusobno pojedinačne skupine, traheozofagealni i ezofagealni glas značajno se razlikuju jedino u vrijednosti fundamentalne frekvencije, dok su vrijednosti ostalih akustičkih parametara u odnosu na skupine slične. Između elektrolaringealnog i traheozofagealnog glasa postoje značajne razlike u odnosu na vrijednosti minimalne frekvencije, intenzitetske i frekvencijske oscilacije, te omjer signal – šum. Između ezofagealnog i elektrolaringealnog glasa nađene su značajne razlike u vrijednostima svih ispitanih parametara. Ranije provedeno istraživanje pokazalo je slične rezultate, odnosno značajnu razliku, također, u vrijednostima fundamentalne alaringealne frekvencije, ali i u vremenu uključivanja glasa, intenzitetu i maksimalnom alaringealnom fonacijskom vremenu (83).

Poznata je činjenica da stav tijela utječe na dobar glas (165). Tijekom snimanja glasa obratila se pažnja na ispitanikov položaj vrata i leđa. U ovoj studiji svim ispitanicima uz totalnu laringektomiju učinjena je, jednostrana ili obostrana, i selektivna ili radikalna, disekcija vrata. Najznačajnija posljedica disekcije je prvotno akutna, zatim kronična bol u području vrata i ramena. Ovakva bol rezultat je promijenjenih anatomskih odnosa struktura vrata, odstranjivanja mišića, akcesornog živca ili oštećenja cervikalnih živaca (166–169). Dugoročna posljedica bola u vratu i ramenu, te redukcije pokreta ramenog obruča je značajno spuštено rame i napetost koji utječu na stav i držanje cijelog tijela (168), a samim tim i na glas i govor. Osim bola u ramenu, kao posljedica RT, javljaju se suhoća i bol usne šupljine, vrlo gusta slina, bol čeljusti, submandibularni i submentalni edem koji također utječu na mogućnost govora i samu govornu izvedbu. Posljedice RT ponekad traju i do dvije godine od provedenog liječenja. U istraživanju Rosso 70% pacijenata bol ne predstavlja značajan problem (4). Ipak, ostaje ostalih 30%, što nije mala brojka. S druge strane, ovakav rezultat može se objasniti činjenicom da pacijenti imaju različit intenzitet bola, kao i prag tolerancije na bol, različite životne potrebe na koje bol koju

osjete ne utječe značajno, i svakako ne razmišljaju na što sve bol utječe, već su više usmjereni na percepciju bola i ograničava li ih u nečemu.

6. 3. Analiza ostvarenja prozodijskih obilježja alaringealnim govorom

U literaturi ne postoji uniformna ocjena ili međunarodna standardizacija koja točno definira uspješnu govornu rehabilitaciju, odnosno uspješan alaringealni govor. Postoje velike razlike od autora do autora u definiciji uspješnog alaringealnog govora ovisno o kriteriju procjene. Neki autori smatraju uspjehom komunikaciju laringektomiranih neovisno o komunikacijskom sredstvu, uvažavajući jedino komunikacijski cilj. Drugi, pak, uzimaju u obzir mogućnost nadomjesne fonacije, odnosno glasnog govora, ali zadovoljavajući se s ostvarenim govornim minimumom. To znači alaringealno foniranje slogova ili kraćih riječi s respiratornim stankama, te snalaženje u specifičnim situacijama gdje je verbalna komunikacija neophodna. Na procjenu rehabilitacije i govora laringektomiranih osoba utječe niz čimbenika, a treba uzeti u obzir da se procjene stručnjaka značajno razlikuju od procjene pacijenata. Sigurno je da stručnjaci kompleksno – strukturirano procjenjuju alaringealni govor za razliku od pacijenata, no kvaliteta komunikacije, i života općenito, subjektivna je i individualna kategorija. Općenito, u ovom području najčešće je ispitivana razumljivost fonema, odnosno govora. Ovakav pristup ne čudi, jer bi alaringealni govor, na prvom mjestu, trebao biti razumljiv, a sekundarno je bitna kvaliteta alaringealnog glasa. No, u praksi su ove komponente teško odvojive kao u teoriji, zbog međusobnog utjecaja. Prema inozemnim podacima, zabrinjavajuća je činjenica kako se, pacijenti koji su preboljeli ICV i kojima je procijenjena 10%-tna smanjena razumljivost govora, odmah uključuju u govornu rehabilitaciju, dok se kod laringektomiranih osoba tolerira znatno veće odstupanje u razumljivosti (170).

Različite studije pokazuju da je razumljivost TEG preferirana u odnosu na EG i ELG, no ovakvi zaključci mogu biti temeljeni na činjenici da je TEG općeprihvaćen kao razumljiviji od ostalih vrsta nadomjesnog govora s obzirom na to da je kod pacijenata s ugrađenom GP ponovno povezan dišni i govorni put i da za govor koriste kapacitet vlastitih pluća, a samim time je intenzitet glasa i govora veći. Iz tog proizlazi praksa glasovno – govorne rehabilitacije u kojoj se više pažnje posvećuje

dobroj okluziji traheostome i brizi o plućnim i govornim pomagalicama nego ciljanom poboljšanju artikulacije i prozodije govora kod pacijenata s ugrađenom GP. Kod pacijenata s elektrolarinksom pažnja je usmjerena primarno na kontrolu stanki u govoru i dobru koordinaciju motoričkih pokreta artikulatora i ruke, dok se kod pacijenata koji se rehabilitiraju učenjem ezofagealnog govora najviše pažnje posvećuje izgovoru i dikciji (171).

Istraživanje Jongmansove na treheoezofagealnim govornicima pokazalo je da im je produkcija inicijalnih glasova i slogova značajno teža od produkcije finalnih glasova i slogova tijekom rehabilitacije (171). Praksa pokazuje da je kod ezofagealnih govornika obratno, dok pacijenti koji govore uz pomoć elektrolarinksa nemaju ovakvih poteškoća. Također, kod ezofagealnog i traheoezofagealnog govora teško je ostvariva distinkcija zvučno – bezvučnih glasova, a guturalni frikativ /h/ se često u spontanoj ekspresiji omisira. Pri produkciji frikativa uočavaju se najčešće teškoće, a povremeno je i razumljivost samoglasnika komprimirana, dok je produkcija nazala većinom neometana (166). Rezultati Polsove studije pokazuju 72%-tnu razumljivost konsonanata i 74%-tnu razumljivost samoglasnika (172).

Ovakvi rezultati mogu se objasniti nedostatkom standardiziranih skala za procjenu govora na ovoj populaciji ili postojećim limitiranim i nestandardiziranim skalama koje procjenjuju samo određene aspekte govora. McColl navodi kako promjene nakon laringektomije utječu na promjenu pozicije jezika i duljinu vokalnog trakta što dalje utječe na preciznost izgovora. Često se događa da alaringealni govornici produciraju samo određene foneme i time ugrožavaju artikulaciju. Posljedice na akustičkim obilježjima vidljive su kao redukcija ili devijacija akustičko – fonemskih obilježja na koje se slušatelj oslanja tijekom konverzacije (173). Roozen je primarno istraživala razumljivost TEG u spontanim govornim situacijama, ali se u raspravi dotakla prozodijskih obilježja uočavajući da postoje značajna odstupanja u intonaciji govora i trajanju spontane verbalne ekspresije (174).

Pretraživanjem relevantne znanstvene literature uočava se nedostatak studija koje istražuju prozodiju alaringealnog govora hrvatskih laringektomiranih osoba. No, objavljen je jedan inozemni rad Van Rossumove u Nizozemskoj koja je uspoređivala laringealne, traheoezofagealne i ezofagealne govornike prema vrijednostima

fundamentalne frekvencije, kvaliteti glasa i razumljivosti govora. Rezultati su pokazali da odstupanje prema svim varijablama postoji u obje ispitivane skupine u odnosu na kontrolnu, ali značajno više kod ezofagealnih govornika (175). Prema prozodijskim obilježjima, rezultati ove studije, pokazuju značajne razlike između traheoezofagealnog, ezofagealnog i elektrolaringealnog govora u odnosu na ostvarenje melodije i naglasaka, te promjenjiv ritam, dok postojeće razlike u ostvarenju stanke u govoru nisu značajne. Najviše traheoezofagealnih ispitanika ima odgovarajuću melodiju, kao i uvijek ostvarene naglaske tijekom govora, uvijek prisutne logičke stanke i najčešće odgovarajući govorni ritam što ide u prilog kirurškoj rehabilitaciji ugradnjom GP. Najmanje ostvarena prozodijska obilježja prema procjeni melodije i naglasaka imaju ispitanici s elektrolaringosom, a prema procjeni stanke i ritma ezofagealni ispitanici. Povremeno su kod određenog broja ispitanika prisutne respiratorne stanke neovisno o vrsti nadomjesnog govora i bez značajne razlike između skupina. Ovakav rezultat nije očekivan kod traheoezofagealnog govora s obzirom na to da koriste kapacitet zraka iz pluća za govor, ali se može objasniti pojačanim uzbuđenjem ispitanika tijekom sudjelovanja u istraživanju ili nastojanjem za bržim govornim ritmom gdje govornik u nedostatku vremena ne uzima zrak za govor na logičnom mjestu za stanku, već kad je primoran, jer mu ponestane zraka.

6. 4. Korelacija akustičkih i prozodijskih obilježja

Pretraživanjem dostupne literature nisu pronađena objavljena istraživanja o povezanosti akustičkih i prozodijskih obilježja na ovoj populaciji, što ne čudi, s obzirom na postojanje isključivo jednog dosadašnjeg inozemnog istraživanja koje se djelomično dotiče prozodije alaringealnog govora, ali kroz prizmu razumljivosti govora. Razlog tome vjerojatno su ograničenja koje predstavlja nedostatak standardiziranih mjernih instrumenata, kao i govorna ograničenja laringektomiranih osoba. Hrvatskih istraživanja povezanosti akustičkih i prozodijskih obilježja alaringealnog govora nema. Dosadašnja istraživanja uglavnom su bazirana na procjeni izgovora laringektomiranih osoba i procjeni razumljivosti alaringealnog govora, te utjecaju kvalitete alaringealnog glasa na razumljivost alaringealnog govora.

Rezultati ove studije pokazuju pozitivnu i značajnu povezanost promjenjive i odgovarajuće melodije s minimalnom alaringealnom frekvencijom, kao i s ostvarenjem naglasaka, dok povezanosti istih s maksimalnom alaringealnom frekvencijom nema. Rezultati su logični s obzirom na to da je neoglotički vibratorni mehanizam nejednakog izgleda i nepravilnih vibracija. Iz navedenih rezultata proizlazi da što je manja vrijednost minimalne frekvencije, manja je i promjenjiva komponenta melodije i ostvarenje naglasaka, odnosno melodija je više jednolična, a ostvarenje naglasaka je manje. Zanimljivo je da vrijednost maksimalne frekvencije nema takav utjecaj. Ovakav rezultat može se objasniti velikom nestabilnošću periode titraja frekvencija nastalih rezonancijom u rekonstruiranom farinksu. Minimalnu frekvenciju tvori veća i stabilnija vibratorna masa preostale sluznice. Kod jednolične melodije povezanost je pozitivna i značajna s frekvencijskim rasponom, dok je kod odgovarajuće melodije negativna i značajna. Kod promjenjive melodije povezanost s frekvencijskim rasponom je negativna, ali nije značajna. Neostvarivanje naglasaka u govoru u pozitivnoj je i značajnoj korelaciji s frekvencijskim rasponom, dok je ostvarivanje naglasaka u negativnoj i značajnoj korelaciji s rasponom. Djelomično ostvarenje naglasaka je u negativnoj korelaciji s rasponom, ali nije značajno. Iz navedenog slijedi: što je frekvencijski raspon uži, melodija je jednoličnija, a ostvarivanje naglasaka manje, dok širi frekvencijski raspon omogućuje odgovarajuću melodiju i bolje ostvarenje naglasaka. Međutim, umjerene razlike u širini frekvencijskog raspona mogu utjecati na varijabilnost melodije i mogućnost naglašavanja, no jačina ove korelacije je slaba, pa proizlazi da promjenjiva melodija i djelomično ostvarenje naglasaka nisu isključivo ovisni samo o frekvencijskom rasponu, već i o drugim čimbenicima.

Promjenjiv govorni ritam je u pozitivnoj i značajnoj korelaciji s količinom respiratornih stanki u govoru, iz čega logično slijedi da veća količina nepoželjnih respiratornih stanki utječe na promjene ritma. S druge strane, odgovarajući govorni ritam je u negativnoj i značajnoj korelaciji s respiratornim stankama što znači da manja količina ovakvih stanki rezultira odgovarajućim ritmom. Prema dobivenom koeficijentu korelacije, učestalost respiratornih i logičkih stanki ima vrlo slabu povezanost s neprimjerenim govornim ritmom. Iz tog proizlazi da učestale respiratorne i logičke stanke mogu doprinijeti neprimjerenom govornom ritmu, ali mu nisu glavni uzrok.

Ovi rezultati su važni, jer optimalno ostvarenje prozodijskih obilježja utječe na razumljivost govora. Van Asova je 2001. g. procjenjivala kvalitetu traheozofagealnog glasa na 40 laringektomiranih osoba oba spola kako bi dobila uvid u povezanost anatomske – morfološke karakteristike neoglotisa s kvalitetom traheozofagealnog glasa. Zaključila je da laringektomirane osobe s GP govore poprilično dobro s obzirom na okolnosti, no kvaliteta TEG uvelike se razlikuje prema svim provedenim analizama od laringealnog glasa i utječe na razumljivost govora (176). U budućnosti trebalo bi detaljnije istražiti utjecaj promjena u vokalnom traktu nakon laringektomije, jer su karakteristike vokalnog trakta vrlo bitne za glas i izgovor, a mogu kompromitirati razumljivost. Rezultati studije Van Rossum pokazuju da ispitanici koji nemaju dovoljno stabilnu fundamentalnu frekvenciju alaringealnog glasa u pravilu ne ostvaruju naglaske (177).

6. 5. Ograničavajući faktori istraživanja

Kako bi za svako istraživanje bio poželjan što veći uzorak ispitanika, među najvećim ograničavajućim faktorima ovog istraživanja svakako je veličina uzorka pojedine skupine i određeni kriteriji isključivanja kako bi se, u mjeri u kojoj je to moguće, dobila homogena skupina koja pruža validnije rezultate. Ukupan broj ispitanika, kao i broj ispitanika po skupini, određen je statistički kako bi se ipak u realnoj situaciji mogli dobiti pouzdani rezultati. Pri procjeni prozodije idealno bi bilo imati ispitanike visoke stručne spreme, jednakog fakultetskog obrazovanja, no u ovoj studiji to nije bilo moguće, jer je najveći postotak ispitanika srednje stručne spreme, većinom obrtničkog usmjerenja. Veličina uzorka bitna je pri izračunu značajnosti koeficijenta korelacije: veliki uzorak omogućuje značajnost vrlo malih korelacija. S obzirom da se ovdje radilo o malom uzorku unutar pojedinih skupina, pažnja se obraćala primarno na smjer i jačinu korelacije.

Također, jedan od bitnih ograničavajućih faktora je nepostojanje standardiziranog hrvatskog mjernog instrumenta i standardiziranog testnog materijala za ispitivanje prozodije govora laringektomiranih osoba. Jezikoslovci uglavnom koriste liste riječi koje su odgovarajuće zdravim ljudima s laringealnim glasom i urednog kognitivnog statusa, a ispituju prozodiju prema složenim kriterijima koji su

važni za teoriju lingvistike, no takav način istraživanja na laringektomiranima nije primjenjiv, niti bi dao rezultate važne za kliničku praksu i svakodnevni život pacijenta.

Premda klinika nema izolirani akustički laboratorij, snimanje glasa izvršeno je u prostoriji čije važne akustičke karakteristike udovoljavaju akustičkim zahtjevima i ne utječu na dobivene rezultate. Teoretski, za snimanje glasa svakako bi bio prikladniji akustički izoliran laboratorij kako bi se dobila vrlo precizna mjerenja bez mjernih odstupanja i nesigurnosti, no takvi rezultati bili bi dobiveni u idealnim uvjetima kakve laringektomirane osobe ionako nemaju u svakodnevnom životu u komunikaciji. Stoga su rezultati dobiveni u ovoj studiji pouzdani i vrijedni za kliničku praksu, te svakako značajni za komunikaciju laringektomiranih osoba u svakodnevnim realnim situacijama. Većina laringektomiranih osoba navodi kako komuniciraju bez problema u uvjetima gdje nisu izloženi pretjeranoj ambijentnoj buci, dok u uvjetima kad su joj izloženi imaju značajnih komunikacijskih teškoća.

U budućim istraživanjima trebalo bi povećati uzorak ispitanika, te istraživati nova područja i čimbenike vezane uz glasan govor laringektomiranih osoba. Ovim istraživanjem prvi put su opisana prozodijska obilježja i njihove međusobne relacije, kao i relacije s akustičkim parametrima. Dobiveni rezultati ukazali su na potrebu daljnjeg istraživanja: dokazane korelacije pokazuju međusoban utjecaj ispitanih obilježja, no poželjno bi bilo izračunati koeficijent determinacije koji pokazuje koliki je dio varijance dvije ispitane varijable zajednički, odnosno koliki je dio varijance jedne varijable prouzrokovan ili objašnjen varijancom druge varijable. Također, trebalo bi istražiti utjecaj drugih potencijalnih čimbenika na svako pojedino obilježje, posebno čimbenika koji nisu isključivo vezani za glas i govor, a ipak se pretpostavlja da imaju određenu ulogu u glasovno – govornoj produkciji i komunikaciji. Detaljne analize alaringealnog glasa i govora optimalizirale bi verbalnu komunikaciju nakon totalne laringektomije.

7. ZAKLJUČAK

Glasovno – govorna rehabilitacija nakon laringektomije neposredan je, i dugoročan, proces s kojim se suočavaju primarno pacijent, logoped i otorinolaringolog, a indirektno i ostali zdravstveni djelatnici onkološkog tima tumora glave i vrata. Kako bi se donijela pravilna odluka o vrsti glasovno – govorne rehabilitacije nužno je detaljno poznavati prednosti i nedostatke svake rehabilitacijske metode. Pri izboru najprikladnijeg pomagala i metode odluku donose stručnjaci zajedno s pacijentom, a osim prednosti i nedostataka određene vrste nadomjesnog glasa i govora, uzimaju u obzir i kronološku dob, spol i opće zdravstveno stanje pacijenta, te njegov socio-ekonomski i kognitivni status, kao i druge važne čimbenike.

Rehabilitacija glasa uz pomoć elektrolarinksa je najlakša i najbrža, no ima dosta ograničavajućih komponenti, koje imaju negativan utjecaj na psihosocijalno funkcioniranje, kvalitetu života i doprinose socijalnoj alijenaciji laringektomirane osobe. Prvenstveno je dokazano ranijim studijama da je zadovoljstvo laringektomiranih s elektrolarinksom nižeg stupnja zbog mehaničkog prizvuka glasa i popratne buke koju aparat proizvodi. Ezofagealni govor ima podjednako prednosti i nedostataka, ali je svakako najzahtjevnija rehabilitacijska metoda, a samim time i najdužeg trajanja. Zahtijeva dobru motivaciju i upornost, ali i odgovarajući kognitivni i fizički status pacijenta. Ugradnja govornih proteza zadnjih godina je najpopularnija kirurška rehabilitacijska metoda s puno prednosti, no nedostatak su moguće komplikacije nakon ugradnje govorne proteze. Ranije studije pokazale su viši stupanj kvalitete života i veće zadovoljstvo laringektomiranih traheoezofagealnih govornika u odnosu na ostale.

Temeljem provedenog istraživanja i slijedom dobivenih rezultata proizlaze sljedeći zaključci:

- postoje značajne razlike u vrijednostima svih ispitanih akustičkih parametara, osim maksimalne alaringealne frekvencije, između traheoezofagealnog, ezofagealnog i elektrolaringealnog glasa;

- prema svim ispitanim akustičkim parametrima elektrolaringealni glas značajno odstupa u odnosu na traheozofagealni i ezofagealni glas;
- ezofagealni i elektrolaringealni glas registrirali su vrlo visoke ili niske vrijednosti, dok je traheozofagealni glas dao srednje vrijednosti akustičkih parametara;
- postoje značajne razlike u tri od četiri ispitana prozodijska obilježja između traheozofagealnog, ezofagealnog i elektrolaringealnog govora, a to su melodija, naglasak i ritam;
- postojeće razlike nisu značajne prema procjeni stanki u govoru između ispitanih skupina;
- prema procjeni svih prozodijskih obilježja traheozofagealni govor se pokazao najboljim;
- uspoređujući akustičke vrijednosti između sve tri vrste alaringealnog glasa registrira se disbalans u odnosu na parametre što otežava odabir najbližeg alaringealnog glasa laringealnom u odnosu na standardne akustičke vrijednosti laringealnog glasa;
- prema vrijednostima fundamentalne frekvencije ezofagealni glas je bliži ženskom laringealnom glasu u odnosu na traheozofagealni i elektrolaringealni koji su unutar frekvencijskog raspona odgovarajućem za muški glas;
- traheozofagealnim govorom najbolje se očuvaju, odnosno najviše ostvaruju prozodijska obilježja govora, te je prema ovim obilježjima najbližiji laringealnom govoru;
- više značajnih razlika u akustičkim i prozodijskim obilježjima postoji između elektrolaringealnog i traheozofagealnog, te između elektrolaringealnog i ezofagealnog glasa i govora;
- manje značajnih razlika postoji između traheozofagealnog i ezofagealnog glasa i govora u ispitanim akustičkim i prozodijskim obilježjima.

Glasovno – govorna rehabilitacija ugradnjom govorne proteze pokazala se kao najoptimalnija metoda rehabilitacije prema ispitanim kriterijima. Produkcija traheozofagealnog glasa i govora registrirala je zadovoljavajuće vrijednosti akustičkih parametara i najoptimalnije ostvarenje prozodijskih obilježja što bitno utječe na razinu inteligibiliteta spontane ekspresije. Slijedom navedenog, logično je kako je ugradnja govorne proteze nakon laringektomije primarni i najbolji izbor rehabilitacije, no ne treba zaboraviti da i druge dvije metode imaju svoje potencijalne korisnike u slučajevima kad ova metoda nije moguća opcija. Poželjna su daljnja istraživanja koja će identificirati strategije za redukciju određenih nedostataka ove metode, prvenstveno prevenciju i smanjenje mogućih komplikacija nakon ugradnje govorne proteze. Posebno je potrebno više istraživanja u zemljama u razvoju, gdje su resursi za zdravstvenu zaštitu nerijetko ograničeni.

8. SAŽETAK

Cilj istraživanja:

Detaljno definiranje akustičkih parametara alaringealnog glasa i prvo definiranje prozodijskih obilježja alaringealnog govora, te utvrđivanje njihovih međusobnih razlika i povezanosti ovisno o vrsti nadomjesnog glasa i govora, te proširenje dosadašnjih spoznaja.

Dizajn studije:

Presječna studija

Ispitanici i metode:

U studiju je uključeno 60 ispitanika, odnosno laringektomiranih osoba, oba spola (56 (93%) muškaraca i 4 (7%) žene), prosječne životne dobi 63 godine. Ispitanici su bili podijeljeni u tri skupine ovisno o vrsti nadomjesnog alaringealnog glasa i govora kojim se svakodnevno koriste. Uzorak svake skupine činilo je 20 ispitanika. O svakom ispitaniku prikupili su se potrebni osobni i medicinski podaci putem općeg upitnika i iz medicinske dokumentacije. Uspješnost glasovno – govorne rehabilitacije registrirana je objektivno Harrison – Robillard – Schultz skalom za traheozofagealni govor i Stankovićevom skalom za ezofagealni govor, te subjektivno procjenom inteligibiliteta spontane ekspresije.

Glasovni uzorci prikupljeni su pojedinačnim računalnim snimanjem glasa pomoću Cool Edit Pro 2000 (Syntillium Software Corp.) računalnog programa u prostoriji Klinike za otorinolaringologiju i kirurgiju glave i vrata Kliničkog bolničkog centra Osijek. Nakon prikupljanja uzorka učinjena je akustička analiza u Praat 4.3.04. (Aladdin, Systems, Inc.) računalnom programu. Prozodiju alaringealnog govora procjenjivala su tri ispitivača pomoću unaprijed pripremljene četverokomponentne ljestvice za procjenu prozodije tijekom ispitanikovog čitanja testnog materijala. Statistička obrada podataka učinjena je pomoću statističkog paketa SPSS (inačica 16.0, SPSS Inc., Chicago, IL, SAD).

Rezultati:

Prema akustičkim parametrima alaringealnog glasa postoje značajne razlike u prosječnim vrijednostima minimalne i fundamentalne frekvencije, frekvencijskog raspona, frekvencijskih i intenzitetskih perturbacija, te omjera signal – šum. Uspoređujući međusobno pojedinačne skupine, traheoezofagealni i ezofagealni glas značajno se razlikuju jedino u vrijednosti fundamentalne frekvencije, dok su vrijednosti ostalih akustičkih parametara slične. Između elektrolaringealnog i traheoezofagealnog glasa postoje značajne razlike u odnosu na vrijednosti minimalne frekvencije, intenzitetske i frekvencijske oscilacije, te omjer signal – šum. Između ezofagealnog i elektrolaringealnog glasa nađene su značajne razlike u vrijednostima svih ispitanih parametara.

Prema prozodijskim obilježjima, rezultati ove studije, pokazuju značajne razlike između traheoezofagealnog, ezofagealnog i elektrolaringealnog govora u odnosu na ostvarenje melodije i naglasaka, te promjenjiv ritam, dok postojeće razlike u ostvarenju stanki u govoru nisu značajne. Najviše traheoezofagealnih ispitanika ima odgovarajuću melodiju, kao i uvijek ostvarene naglaske tijekom govora, uvijek prisutne logičke stanke i najčešće odgovarajući govorni ritam. Najmanje ostvarena prozodijska obilježja prema procjeni melodije i naglasaka imaju ispitanici s elektrolaringosom, a prema procjeni stanki i ritma ezofagealni ispitanici. Povremeno su kod određenog broja ispitanika prisutne respiratorne stanke neovisno o vrsti nadomjesnog govora i bez značajne razlike između skupina.

Nadalje, postoji značajna povezanost melodije s minimalnom alaringealnom frekvencijom, frekvencijskim rasponom i s ostvarenjem naglasaka, te povezanost govornoga ritma s respiratornim stankama.

Zaključak:

Glasovno – govorna rehabilitacija ugradnjom govorne proteze pokazala se najboljim izborom rehabilitacijske metode. Za produkciju traheoezofagealnog glasa laringektomirana osoba koristi kapacitet vlastitih pluća, a u takvom glasu registriraju se zadovoljavajuće vrijednosti akustičkih parametara i najoptimalnije ostvaruju prozodijska obilježja što bitno utječe na razinu inteligibiliteta spontane ekspresije.

Iako je ugradnja govorne proteze nakon laringektomije primarni izbor rehabilitacije, ne treba zaboraviti da i druge dvije metode imaju svoje potencijalne korisnike u slučajevima kad ova metoda nije moguća opcija.

Ključne riječi: akustička analiza, glasovna rehabilitacija, laringektomija, prozodija

9. SUMMARY

THE EFFECT OF ALARYNGEAL PHONATION TYPES ON ACOUSTIC PARAMETERS OF VOICE AND PROSODIC ELEMENTS OF SPEECH

Objectives:

To define the acoustic parameters of the alaryngeal voice in detail and to define the prosodic features of the alaryngeal speech for the first time, as well as to determine their mutual differences and correlations depending on the type of substitute voice and speech, and to extend the present knowledge.

Study design:

Cross sectional study

Patients and methods:

The study included 60 subjects, or laryngectomized persons, of both sexes (56 (93%) men and 4 (7%) women), of average life expectancy of 63 years. Subjects were divided into three groups depending on the type of substitute alaryngeal voice and speech used daily. A sample of each group consisted of 20 subjects. Each subject collected the necessary personal and medical information through a general questionnaire and medical records. The success of voice – speech rehabilitation was recorded objectively by the Harrison – Robillard – Schultz scale for the tracheoesophageal speech and Stankovic's scale for the esophageal speech, and subjectively by estimation of the spontaneous expression's intelligibility.

Voice samples were collected by individual computer voice recording using the Cool Edit Pro 2000 (Syntillium Software Corp.) computer software at the Department of Otorhinolaryngology and Head and Neck Surgery of the University Hospital Center Osijek. After the sample was collected, acoustic analysis was performed in Praat 4.3.04. (Aladdin, Systems, Inc.) computer software. The prosody of the alaryngeal speech was evaluated by three examiners using a pre-prepared four-component scale for prosody assessment during the subject's reading of the test material.

Statistical data processing was done using the SPSS statistical package (version 16.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

Results:

According to the acoustic parameters of the alaryngeal voice, there are significant differences in the mean values of minimal and fundamental frequencies, frequency and intensity perturbations, and the harmonic – to – noise ratio. By comparing individual groups, the tracheoesophageal and esophageal voice differ significantly only in the fundamental frequency value, while the values of the other acoustic parameters are similar. Between electrolaryngeal and tracheoesophageal voice there are significant differences in relation to the minimum frequency, intensity and frequency oscillations, and the harmonic - to - noise ratio. Significant differences in the values of all examined parameters were found between the esophageal and electrolaryngeal voice.

According to the prosodic features, the results of this study show significant differences between tracheoesophageal, esophageal and electrolaryngeal speech in relation to melody and stress, as well as variable rhythm, while the existing differences in speech pauses are not significant. Most tracheoesophageal subjects have a proper melody and stress during speech, always present logical pauses and in most cases proper speech rhythm. The least achieved prosodic characteristics according to the melody and stress evaluation have the subjects with electrolarynx, and according to the pause and rhythm evaluation the esophageal subjects. Occasionally, respiratory pauses are present in a number of subjects irrespective of the type of substitute speech and no significant difference between the groups.

Furthermore, there is a significant correlation of melodies with minimal alaryngeal frequency, frequency range and stress, and the correlation of speech rhythm with respiratory pauses.

Conclusion:

Voice – speech rehabilitation by inserting voice prosthesis has been shown to be the best rehabilitation method. For the production of tracheoesophageal voice, the

laryngectomized person uses the capacity of their own lungs, and in such voice satisfactory acoustic parameters are registered and prosodic characteristics are optimally achieved, which significantly affects the level of spontaneous expression intelligibility. Although laryngectomy is a primary choice for rehabilitation, it should not be forgotten that the other two methods have their potential users in cases where this method is not an option.

Key words: Acoustic analysis, Laryngectomy, Prosody, Voice Rehabilitation

10. LITERATURA

1. Katić V, Prgomet D i sur. Otorinolaringologija. Zagreb: Naklada Ljevak, 2009; str. 293-9.
2. Bumber Ž, Katić V, Nikšić Ivančić M, Pegan B, Petric V, Šprem N. Otorinolaringologija. Zagreb: Naklada Ljevak, 2004; str. 272-5.
3. Negus VE. Comparative anatomy and physiology of the larynx. London: William Heinemann; 1949.
4. Rosso M. Utjecaj kazeta za održavanje vlažnosti i temperature zraka na morfološki i funkcionalni status donjih dišnih puteva laringektomiranih osoba. Doktorska disertacija. Osijek: Sveučilište J.J. Strossmayera; 2015.
5. Logopedska rehabilitacija. Novi glas. Dostupno na: <http://www.larynx-hr.org>. Pristupljeno: 4. 07. 2017.
6. Gussenbauer C. Ueber die erste durch Th. Billroth am Menschen ausgefuerte Kehlkopf – Extirpation und die Anwendung eines Kuenstlichen Kehlkopfes. Arch Klin Chir 1874;17:343-56.
7. Xi S. Effectiveness of voice rehabilitation on vocalisation in postlaryngectomy patients: a systematic review. Int J Evid Based Health. 2010;8:256-8.
8. Stafford FW. Current indications and complications of tracheoesophageal puncture for voice restoration after laryngectomy. Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg 2003;11:89-95.
9. Asai R. Laryngoplasty after total laryngectomy. Arch Otolaryngol 1972;95:114-9.
10. Staffieri M, Serafini I. La riabilitazione chirurgica della voce e della respirazione dopo laringectomia totale. Associazione Otologi Ospedaliere Italiana 1976;1:222.
11. Amatsu M. A one stage surgical technique for postlaryngectomy voice rehabilitation. Laryngoscope 1980;90:1378-86.
12. Parkin DM, Whelan SL, Ferlay J, Raymond and Young J, ur. Cancer Incidence in five Continents. Vol. 7. Lyon: IARSC Scientific Publications (No. 143);1997.

13. Howlader N, Noone AM, Krapcho M, Garshell J, Neyman N, Altekruse SF i sur., ur. SEER Cancer Statistics Review, 1975-2010. National Cancer Institute.
14. Curado MP, Edwards B, Shin HR, Storm H, Ferlay J, Heanue M i sur. Cancer Incidence in five Continents. Vol. 9. Lyon: IARSC Scientific Publications (No. 160);2007.
15. Croatian National Institute of Public Health: Cancer Incidence in Croatia. Bulletins No.1-33. Zagreb, 1983–2010.
16. Rosso M, Kraljik N, Mihaljević I, Širić Lj, Šoš D, Vranješ Ž. Epidemiology of Laryngeal Cancer in Osijek – Baranja County (Eastern Croatia). Coll Antropol. 2012;36(2):107-10.
17. Siddiqui F, Sarin R, Agarwal JP et al. Squamous carcinoma of the larynx and hypopharynx in children: a distinct clinical entity. Med Pediatr Oncol 2003;40:322-4.
18. Smith RV, Fried MP. Advanced cancer of the larynx. In: Bailey BJ and Johnson JT (ed). Head and neck surgery – otolaryngology. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 2006:1757-77.
19. Parkin DM. Tobacco – attributable cancer burden in the UK in 2010. Br J Cancer 2011;105(S2):S6-S13.
20. Parkin DM. Cancers attributable to consumption of alcohol in UK in 2010. Br J Cancer 2011;105:S14-8.
21. Brown T, Darnton A, Fortunato L; British Occupational Cancer Burden Study Group. Occupational cancer in Britain. Respiratory cancer sites: larynx, lung and mesothelioma. Br J Cancer 2012;107:S56-70.
22. Altieri A, Garavello W, Bosetti C, Gallus S, La Vecchia C. Alcohol consumption and risk of laryngeal cancer. Oral Oncol 2005;41:956-65.
23. Pantel M, Guntinas – Lichius O. Laryngeal carcinoma: epidemiology, risk factors and survival. HNO 2012; 60:32-40.
24. Cattaruzza MS, Maisonneuve P, Boyle, P. Epidemiology of Laryngeal Cancer. Oral Oncol Eur J Cancer. 1996;32B:293-305.
25. Wong TS, Gao W, Li ZH, Chan JYW, Ho WK. Epigenetic Dysregulation in Laryngeal Squamous Cell Carcinoma. J Oncol. 2012;739-61.

26. Kreimer AR, Clifford GM, Boyle P, Franceschi S. Human Papilloma Virus Types in Head and Neck Squamous Cell Carcinomas Worldwide: a Systematic Review. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.* 2005;14:467-75.
27. Coca – Pelaz A, Rodrigo JP, Takes RP, Silver CE, Paccagnella D, Rinaldo A i sur. Relationship between reflux and laryngeal Cancer. *Head Neck.* 2013;35(12):1814-8.
28. Rosso M, Marianović K, Maleš J, Šepić T, Šegec I, Rosso Mi i sur. Bilateral Laryngoceles in Association with Squamous Cell Carcinoma: a case report and literature review. *Coll Antropol.* 2010;34(2):727-30.
29. Weisman RA, Moe KS, Orloff LA. Neoplasms of the Larynx and Laryngopharynx. In: Snow JB, Balenger JJ, ur. *Balenger's Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery.* 16 izd. Hamilton: BC Decker Inc; 2003.
30. Coleman FB. Post – cricoid carcinoma following Paterson – Plumer – Vinson syndrome in a man. *Guys Hosp Rep.* 1957;106(2):75-9.
31. MSD priručnik dijagnostike i terapije: Tumori glave i vrata. Dostupno na: www.msd-prirucnici.placebo.hr/msd-prirucnik/bolesti-uha-grla-nosa-i-zubi/tumori-glave-i-vrata. Pristupljeno 18. 07. 2017.
32. Kumar V, Cortan RS, Robbins SL. *Basic Pathology.* 5 izd. Philadelphia: WB Saunders Company; 1994., str. 435-436.
33. Tomas D. Gradus tumora. Dostupno na: <https://www.plivazdravlje.hr/aktualno/clanak/20568/Gradus-tumora.html>. Pristupljeno: 19. 07. 2017.
34. Barnes L, Eveson JW, Reichart P, Sidransky D. World Health Organization Classification of Tumors. Pathology and Genetics of Head and Neck Tumors. Lyon: IARC Press; 2005, str. 107-208.
35. Vrdoljak E, Šamija M, Kusić Z, Petković M, Gugić D, Krajina Z. Tumori glave i vrata. U: Vrdoljak E, Šamija M, Kusić Z, Petković M, Gugić D, Krajina Z. *Klinička onkologija.* Zagreb: Medicinska naklada; 2013. str. 210-218.
36. Barnes L. *Surgical Pathology of the Head and Neck.* 2 izd. New York: Marcel Dekker; 2001.

37. Đanić Hadžibegović A. Utjecaj ekstraefagealnog refluksa na učestalost komplikacija i kvalitetu glasa bolesnika s govornom protezom. Doktorska disertacija. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu; 2013.
38. Megan ED, Le QT, Jain AK. Intensity – modulated radiotherapy for locally advanced cancers of larynx and hypopharynx. *Head Neck*. 2011;33:103-11.
39. Shah JP, Strong E, Spiro RH, Vifram B. Surgical grand rounds: neck dissection: current status and future possibilities. *Clin Bull*. 1981;11:25-33.
40. Lucioni M, Rizzotto G, Pazziaia T, Serafini I. Plastic tracheostomal – widening procedure: the „petal“ tehnique. *Acta Otorhinolaryngol Italy*. 2003;23:291-6.
41. Ducic Y, Young L, McIntyre J. Neck dissection: past and present. *Minerva Chir*. 2010;65:45-58.
42. Ferlito A, Robbins KT, Shah JP, Medina JE, Silver CE, Al – Tamimi S i sur. Proposal for a rational classification of neck dissections. *Head Neck*. 2011;33(3):445-50.
43. Lefebvre JL. Laryngeal preservation in head and neck cancer: multidisciplinary approach. *Lancet Oncol*. 2006;7:747-55.
44. Chen AY, Halpern M. Factors predictive of survival in advanced laryngeal cancer. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2007;133:1270-6.
45. Hoffman HT, Porter K, Karnell LH, Cooper JS, Weber RS, Langer CJ i sur. Laryngeal Cancer in the United States: changes in demographics, patterns of care and survival. *Laryngoscope*. 2006;116(111)1-13.
46. Nayar RC, Sharma VP, Arora MML. A study of pharynx after laryngectomy. *J Laryngol Otol*. 1984;98:807-10.
47. Ackerstaff AH, Hilgers FJM, Balm AJM, van Zandwijk N. Long term pulmonary function status after total laryngectomy. *Clin Otolaryngol*. 1995;20:547-51.
48. Van den Boer C, Muller SH, Vincent AD, Zuchner K, van den Brekel MW, Hilgers FJM. A novel simplified ex vivo method for measuring water exchange performance of heat and moisture exchangers for tracheostomy application. *Respir Care*. 2013;58:1149-58.

49. Auerbach O, Gere GB, Forman JB, Petrick TG, Smolin HJ, Muehsam GE i sur. Changes in tracheobronchial epithelium in relation to smoking and cancer of the lung; a report of progress. *N Engl J Med.* 1957; 256:97-104.
50. Dassonville O, Merol JC, Bozec A, Swierkosz F, Santini J, Chais A i sur. Randomised multi-centre study of the usefulness of the heat and moisture exchanger (Provox HME) in laryngectomized patients. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2011;268(11):1647-54.
51. Mumović G, Hočevan – Boltezar I. Olfaction and gustation abilities after total laryngectomy. *Radiol Oncol.* 2014;48(3):301-6.
52. Van Dam FS, Hilgers FJM, Emsbroek G, Tuow FI, Van As JC, de Jong N. Deterioration of olfaction and gustation as a consequence of total laryngectomy. *Laryngoscope.* 1999;109:1150-5.
53. Morales – Puebla JM, Morales – Puebla AF, Jimenez – Antolin JA, Munoz – Platon E, Padilla – Parrado M, Chacon – Martinez J. Olfactory rehabilitation after total laryngectomy. *Acta Otorhinolaryngol Esp.* 2010;61:128-34.
54. Queija DS, Portas JG, Dedivitis RA, Lehn CN, Barros APB. Swallowing and quality of life after total laryngectomy and pharyngolaryngectomy. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2009;75(4):556-64.
55. Balfe DM, Koehler RE, Setzen M, Weyman PJ, Baron RL, Ogura JH. Barium examination of the esophagus after total laryngectomy. *Radiology.* 1982;143(2):501-8.
56. Sayed SI, Manikantan K, Khode S, Elmiyeh B, Kazi R. Perspectives of quality of life following total laryngectomy. *G Ital di Med Lav Ergon.* 2009;31(3):21-4.
57. Hirokazu S, Takahashi H. Voice generation system using an intra-mouth vibrator for the laryngectomee. *Magistarski rad.* Japan: The University of Tokyo; 2000.
58. Czermak J. *Über die Sprache bei luftdichter Verschlussung des Kehlkopfs.* Wien: Sitzungsberichte der kaiserlichen Academie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Classe; 1859.
59. Weir N. *Otolaryngology: An Illustrated History.* London: Butterworths; 1990.
60. Struebbing P. Pseudostimme nach Ausschaltung des Kehlkopfs, speziell nach Extirpation desselben. *Dtsch Med Wochenschrift.* 1988;14:1061.

61. Strubing PDL. Erzeugung einer (natuerlichen) Pseudo – Stimme bei einem Manne mit totaler Extirpation des Kehlkopfes. Arch Klin Chir. 1889;38:142.
62. Lowry LD. Artificial larynges: a review and development of a prototype self-contained intra-oral artificial larynx. Laryngoscope. 1981;91(8):1332–1355.
63. Fagan JJ, Lentin R, Oyarzabal MF, Isaacs S, Sellars SL. Tracheoesophageal speech in a developing worldcommunity. Arch Otolaryngol Head Neck Surg. 2002;128(1):50-3.
64. Brown DH, Hilgers FJM, Irish JC, Balm AJ. Postlaryngectomy voice rehabilitation: state of the art at the millennium. World J Surg. 2003;27(7):824-31.
65. Blom ED, Hamaker RC. Tracheoesophageal Voice Restoration following Total Laryngectomy. In: Myer EN, Suen J ur. Cancer of the Head and Neck. Philadelphia: Saunders Publishers, 1996; str. 839-56.
66. Rosso M, Maleš J, Vranješ Ž. Traheoezofagealna punkcija i ugradnja govornih proteza: kirurška metoda govorne rehabilitacije nakon totalne laringektomije. Med Vjesn. 2007;39(1-4):77-82.
67. Hilgers FJM, van den Brekel MWM. Vocal and speech rehabilitation following total laryngectomy. In: Flint, Haughey, Richardson, Robbins, Thomas, Niparko and Lund. Cummings Otolaryngology: Head and Neck Surgery. Philadelphia: Elsevier, 2010;1594-610.
68. Lorenz KJ, Groll K, Ackerstaff AH, Hilgers FJM, Maier H. Hands-free speech after surgical voice rehabilitation with a Provox voice prosthesis: experience with the Provox Free Hands HME tracheostoma valve system. Eur Arch of Otorhinolaryngol. 2006;264(2):151-157.
69. Hilgers FJM, Ackerstaff AH, Balm AJ i sur. Development and clinical evaluation of a second-generation voice prosthesis (Provox 2), designed for anterograde and retrograde insertion. Acta Otolaryngol. 1997;117(6):889-896.
70. Sučić M. Govorna rehabilitacija laringektomiranih osoba. U: Manestar M, Sučić M, Kralj Z. Kako pomoći laringektomiranima. Zagreb: Grafika Hrašće; 2004.
71. Gates GA, Hearne EM. Predicting oesophageal speech. Ann Otol Rhinol Laryngol. 1982;91:454-7.

72. Cox SR, Doyle PC. The influence of electrolarynx use on postlaryngectomy voice-related quality of life. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2014;156:1005-9.
73. Kapila M, Deore N, Palav RS, et al. A brief review of voice restoration following total laryngectomy. *Indian J Cancer.* 2011;48(1):99-104.
74. Perry AR, Shaw MA, Cotton S. An evaluation of functional outcomes (speech, swallowing) in patients attending speech pathology after head and neck cancer treatment(s): results and analysis at 12 months post – intervention. *J Laryngol Otol.* 2003;117(5):368–381.
75. Bohnenkamp TA, Stowell T, Hesse J, Wright S. Speech breathing in speakers who use an electrolarynx. *J Commun Disord.* 2010;43(3):199–211.
76. Liu H, Wan M, Wang S, Niu H. Aerodynamic characteristics of laryngectomees breathing quietly and speaking with the electrolarynx. *J Voice.* 2004;18(4):567–577.
77. Bloom E. The artificial larynx: past and present. In: Salmon SJ, Goldstein LP, editors. *The Artificial Larynx Handbook.* New York, NY: Grune & Stratton; 1978. str. 57-86.
78. Stanković P. Fonijatrijska rehabilitacija laringektomisanih pacijenata uspostavljanjem ezofagusnog glasa i govora modifikovanom Semanovom metodom. Doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu: Medicinski fakultet; 1997.
79. Shultz JR, Harrison J. Defining and predicting tracheoesophageal puncture success. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 1992;118:811-6.
80. Capaccio P, Schnidler A, Tassone G, Ottaviani F. Comparative study of esophageal and tracheo-esophageal voice by digital spectrographic analysis. *Acta Phon Lat.* 2001;23:322-6.
81. Van As CJ, Hilgers FJM, Verdonck-de Leeuw IM, Koopmans van Beinum FJ. Acoustical and perceptual evaluation of tracheoesophageal prosthetic voice. *J Voice.* 1998;12:239-48.
82. Max L, Steurs W, De Bruyn W. Vocal capacities in esophageal and tracheoesophageal speakers. *Laryngoscope.* 1996;106:93-6.

83. Širić Lj, Šoš D, Rosso M, Stevanović S. Objective assessment of tracheoesophageal and esophageal voice using acoustic analysis of voice. *Coll Antropol.* 2012;36:111-4.
84. Bilan O. Mjerenja u elektroakustici. U: Bilan O. Sustavi ozvučenja: snimanje zvuka i digitalna audiotehnika. Split: Print Studio Redak; 2003.
85. Rossing T. (ur.). *Springer Handbook of Acoustics.* Springer; 2007.
86. Vorländer M. *Auralization.* Springer;2008.
87. Long M. *Architectural Acoustics.* Academic Press; 2005.
88. Vigran TE. *Building Acoustics.* CRC Press; 2008.
89. Bilan O. *Akustika prostorija: zvučnici, pojačala i spojni vodovi.* Split: Graf Form; 1998.
90. Aleksić Z. *Akustika prostorija.* Diplomski rad. Univerzitet u Novom Sadu: Prirodno-matematički fakultet, Departman za fiziku; 2007.
91. Kruz V. *Tehnička fizika za tehničke škole.* Zagreb: Školska knjiga;1969.
92. Cox TJ, D'Antonio P. *Acoustic Absorbers and Diffusers.* Taylor and Francis; 2009.
93. Bilan O. *Fiziološka i psihološka akustika.* U: Bilan O. Sustavi ozvučenja: snimanje zvuka i digitalna audiotehnika. Split: Print Studio Redak; 2003.
94. Heđever M. *Govorna akustika.* Zagreb: Edukacijsko – rehabilitacijski fakultet; 2012. str. 24-32.
95. Škarić I. *Hrvatski izgovor.* Zagreb: Nakladni zavod Globus; 2007.
96. Širić Lj. *Analiza i procjena poremećaja glasa pomoću računalnog programa.* Diplomski rad. Zagreb: Edukacijsko – rehabilitacijski fakultet; 2008. str. 4-6.
97. Hartmann WM. *Principles of musical acoustics.* Springer; 2013.
98. Heđever M. *Akustički diskriminator glasova.* *Defektologija.* 1985;21(1):75-84.
99. Fant G. *The relations between area functions and the acoustic signal.* *Phonetica.* 1980;37:55-86.
100. Stevens KN, House AS. *Development of a quantitative description of vowel articulation.* *Journal of the Acoustical Society of America.* 1955;27:484-493.

101. Bilan O. Digitalna audiotehnika. U: Bilan O. Sustavi ozvučenja: snimanje zvuka i digitalna audiotehnika. Split: Print Studio Redak; 2003.
102. Shure. Microphone Techniques. Live Sound Reinforcement; 2007.
103. Shure. Microphone Techniques. Recording; 2009.
104. Bilan O. Mikrofoni. U: Bilan O. Sustavi ozvučenja: snimanje zvuka i digitalna audiotehnika. Split: Print Studio Redak; 2003.
105. Dejonckere PH. Assessment of Voice and Respiratory Function. In: Remacle M, Eckel E. Surgery of Larynx and Trachea. Berlin: Springer-Verlag Heidelberg 2010. str. 11-24.
106. Dejonckere PH. Effect of louder voicing on acoustical measurements in dysphonic patients. Logoped Phoniatr Vocol. 1998;23:79-84.
107. Watson C. Database Management of the Voice Clinic and Laboratory. J Voice. 1994;3:99-106.
108. Heđever M. Digitalno signalno procesiranje zvuka u rehabilitaciji slušanja i govora. Zagreb: Edukacijsko – rehabilitacijski fakultet; 2009. str. 27-33.
109. Simon HA. The sciences of the artificial. Cambridge, MA; MIT Press, 1969.
110. Pletikos E. Opća fonetika. Zagreb: Filozofski fakultet; 2006.
111. Peco A. Osnovi akcentologije srpskohrvatskog jezika. Beograd: Naučna knjiga; 1971.
112. Jonke Lj. Zasluge i slabosti hrvatskih vukovaca. VIII. međunarodni slavistički kongres. Ljubljana, 1978;69-78.
113. Mićanović K. Hrvatski s naglaskom: standard i jezični varijeteti. Zagreb: Disput, 2006.
114. Pletikos E. Akustički opis hrvatske prozodije riječi. Doktorska disertacija. Zagreb: Filozofski fakultet; 2008.
115. Lehiste I. Suprasegmentals. Cambridge, Massachusetts i London, England: MIT Press; 1970.
116. Škarić I. Razlikovna prozodija. Jezik. 2001;48(1):11-19.

117. Möbius B. Ein quantitatives Modell der deutschen Intonation. Analyse und Synthese von Grundfrequenzverläufen. Tübingen: Max Niemeyer Verlag; 1993.
118. Škarić I. Fonetika hrvatskoga književnog jezika. U: Babić S, Brozović D, Moguš M, Pavešić S, Škarić I i Težak S. Povijesni pregled, glasovi i oblici hrvatskoga književnoga jezika: nacrti za gramatiku. Zagreb: HAZU, Globus; 1991. str. 71-378.
119. Škarić I. Naglasci iz suprotstavljenih pravila. Govor. 2002; 19(2):115-136.
120. Pike KL. Tone languages. Ann Arbor: University of Michigan Press; 1948.
121. Van Santen J, Möbius B. A quantitative model of F₀ generation and alignment. U: Botinis A (ur.), Intonation – Analysis, Modelling and Technology. Dordrecht: Kluwer; 2000. str. 269-288.
122. Ladd, RD. Intonational Phonology. Cambridge University Press; 1996.
123. Hermes DJ. Stylization of Pitch Contours. In: Sudhoff S i sur. (ur.). Methods in empirical prosody reserch. Berlin/New York: Walter de Gruyter; 2006. str. 29-61.
124. Taylor P. Analysis and synthesis of intonation using the Tilt model. Journal of the Acoustical Society of America. 2000;107(3):1697-1714.
125. Möhler G. Describing intonation with a parametric model. Proceedings of ICSLP 98 Sydney. 1998;7:2851-2854.
126. Hirst D, Di Cristo A. Intonation systems: a survey of twenty languages. Cambridge: Cambridge University Press; 1998.
127. Kohler KJ. Paradigms in Experimental Prosodic Analysis: from Measurment to Function. In: Sudhoff S et al. Methods in empirical prosody reserch. Berlin/New York: Walter de Gruyter; 2006. str. 123-152.
128. Pletikos, E. Akustičke i perceptivne osobine naglasaka riječi u hrvatskim naddijalektalnim govorima. In: Tošović B. Die Unterschiede zwischen dem Bosnischen/Bosniakischen, Kroatischen und Serbischen, Slavische Sprachkorrelationen. Wien - Berlin: Lit Verlag; 2008. str. 404-429.
129. Škavić, Đ, Varošanec – Škarić G. Neke osobitosti hrvatskoga naglasnog sustava. Govor, 1999;16(1):25-31.
130. Škarić I. Sociofonetski pristup standardnom naglašavanju. Govor, 1999;16(2):117-137.

131. Škarić I. Razlikovna prozodija. Jezik, 2001;48(1):11-19.
132. Josipović V. Akcenatska prozodija i dvotonski pristup intonaciji. Suvremena lingvistika, 1995;21(40):51-79.
133. American Cancer Society. Cancer facts and figures – 2000. Atlanta: American Cancer Society; 2000.
134. Brandstorp – Boesen J, Falk RS, Boysen M, Brondbo K. Long – term trend sin gender, T – stage, subsite and treatment for laryngeal cancer in a single center. Eur Arch Otorhinolaryngol. 2014;271(12):3233-9.
135. Woodard TD, Oplatek A, Petruzzelli GJ. Life after total laryngectomy, a measure of long – term survival, function and quality of life. Arch Otolaryngol Head Neck Surg. 2007;133:526-32.
136. Parkin DM, Whelan SL, Ferlay L, Raymond Young J, ur. Cancer Incidence in Five Continents. Lyon: IARC Scientific Publications. 1997;7(143).
137. European age – standardised rates calculated by Statistical Information Team at Cancer Research UK, 2011 using data from GLOBOCAN, IARC, ver. 1.2.
138. Ferlay J, Shin HR, Bray F, Forman D, Mathers C, Parkin DM. GLOBOCAN 2008 ver. 1.2. Cancer Incidence and Mortality Worldwide: IARC Cancer Base No. 10. Lyon: International Agency for Research on Cancer. 2010.
139. Rosso M, Kraljik N, Mihaljević I, Širić Lj, Šoš D, Vranješ Ž. Epidemiology of laryngeal cancer in Osijek – Baranja County (Eastern Croatia). Coll Antropol. 2012;36(2):107-10.
140. Hrvatski zavod za javno zdravstvo: Registar za rak. Incidencija raka u Hrvatskoj 2014. Bilten br. 39; Zagreb, 2016. Dostupno na: http://www.hzjz.hr/Bilten-2014_final.pdf. Pristupljeno: 10. 11. 2017.
141. International Agency for Research on Cancer. EUCAN. Country factsheets: Croatia. Dostupno na: <http://www.eco.iarc.fr/eucan/country.aspx>.
142. Westman JA, Ferketich AK, Kauffman RM, MacEachern SN, Wilkins JR, Wilcox PP et al. Low cancer incidence rate sin Ohio Amish. Cancer Causes Control. 2010;21(1):69-75.

143. Berrino F, Richiardi L, Boffetta P, Estéve J, Belletti I, Raymond L i sur. Occupation and larynx and hypopharynx cancer: approach in an international case – control study in France, Italy, Spain and Switzerland. *Cancer Causes Control*. 2003;14(3):213-223.
144. Dietz A, Ramroth H, Urban T, Ahrens W, Becher H. Exposure to cement dust, related occupational groups and laryngeal cancer risk: results of a population based case – control study. *Internat J Cancer*. 2004;108(6):907-911.
145. Flanders WD, Rothman KJ. Occupational risk for laryngeal cancer. *Am J Public Health*. 1982;72:369-72.
146. Ramroth H, Becher H, Dietz A. Occupational and other risk factors for laryngeal cancer. Heidelberg: Institut für Public Health; 2000.
147. Harrison LB, Sessions RB, Hong WK. *Head and Neck Cancer, A Multidisciplinary Approach*, 3. izd. Lippincott Williams & Wilkins; 2009.
148. Sobin LH, Gospodarovic MK, Wittekind C (eds.). *TNM classification of malignant tumors*. 7. izd. Hoboken: Wiley – Blackwell; 2009.
149. Raitiola H, Wigren T, Pukander J. Radiotherapy outcome and prognostic factors in early glottic carcinoma. *Auris Nasus Larynx* 2000;27:153-9.
150. Atos Medical Clinical Evidence Series. Primary versus secondary voice prosthesis fitting. Dostupno na: <http://www.atosmedical.de/>. Pristupljeno: 8. 11. 2017.
151. Lukinović J, Bilić M, Raguž I, Živković – Ivanović T, Kovač – Bilić L, Prgomet D. Overview of 100 patients with voice prosthesis after total laryngectomy – experience of single institution. *Coll Antropol*. 2012;36(2):99-102.
152. Cleveland Clinic. Primary versus Secondary Tracheoesophageal Puncture (TEP) Fitting: A Comparison of Voice Restoration and Complications (N = 20). Cleveland Clinic, Head & Neck Institute; 2011.
153. Brown DH, Hilgers FJ, Irish JC, Balm AJ. Postlaryngectomy voice rehabilitation: state of the art at the millennium. *World J Surg*. 2003;27(7):824-31.
154. Sidell D, Shamouelian D, Erman A, Gerratt BR, Chhetri D. Improved tracheoesophageal prosthesis sizing in office-based tracheoesophageal puncture. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2010;119(1):37-41.

155. Singer S, Merbach M, Dietz A, Schwartz R. Psychosocial Determinants of Successful Voice Rehabilitation After Laryngectomy. *J Chin Med Associat.* 2007;70(10):407-423.
156. Bien S, Rinaldo A, Silver C, Fagan J. History of voice rehabilitation following laryngectomy. *Laryngoscope.* 2008;118(3):453-8.
157. Ozkul MD, Cukurova I, Ugur O, Tatar A, Iber M, Kaptaner S i sur. Ten year experience with voice prosthesis. *International Congress Series.* 2003;1240:781-91.
158. Stafford FW. Current indications and complications of tracheoesophageal puncture for voice restaration after laryngectomy. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg.* 2003;11:89-95.
159. Hotz Ma, Baumann A, Schaller I, Zbären P. Success and predictability of Provox prosthesis voice rehabilitation. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 2002;128:687-91.
160. Terada T, Saeki N, Toh K, Uwa N, Sagawa K, Takayasu S, Sakagami M. Voice rehabilitation with Provox 2 voice prosthesis following total laryngectomy for laryngeal and hypopharyngeal carcinoma. *Auris Nasus Larynx.* 2007;34:65-71.
161. Cocuzza S, Bonfiglio M, Chiaramonte R, Aprile G, Mistretta A, Grosso G, Serra A. Gastroesophageal reflux disease and postlaryngectomy tracheoesophageal fistula. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2012;269:1483-8.
162. Gultekin E, Yelken K, Garca MF, Develioglu ON, Kulekci M. Effects of neck dissection and radiotherapy on short – term speech success in voice prosthesis restoration patients. *J Voice.* 2011;25:245-8.
163. Zuur JK, Muller SH, de Jongh FCH, van Zandwijk N, Hilgers FJM. The physiological rationale of heat and moisture exchangers in post – laryngectomy pulmonary rehabilitation: a review. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2006;263:1-8.
164. Van As CJ, Hilgers FJM, Koopmans – Van Beinum FJ, Ackerstaff AH. The influence of stoma occlusion on aspects of tracheoesophageal voice. *Acta Otolaryngol.* 1998;118:732-8.
165. Bolfan Stošić N. Terapija poremećaja glasa. Zagreb: Edukacijsko – rehabilitacijski fakultet; 2006.

166. Batstone MD, Scott B, Lowe D, Rogers SN. Marginal mandibular nerve injury during neck dissection and its impact on patient perception of appearance. *Head Neck* 2009;31:673-8.
167. Carew JF, Spiro RH. Extended neck dissection. *Am J Surg* 1997;174:485-9.
168. Dedivitis RA, Guimaraes AV, Pfuetzenreiter Jr EG, Castro MA. Neck dissection complications. *Braz J Otorhinolaryngol* 2011;77:65-9.
169. Leipzig B, Suen JY, English JL, Barnes J, Hooper M. Functional evaluation of the spinal accessory nerve after neck dissection. *Am J Surg* 1983;146:526-30.
170. Searl JP. Phonation offset in tracheoesophageal speech. *J Commun Disord*. 2004;37:371-387.
171. Jongmans P. The intelligibility of tracheoesophageal speech: an analytic and rehabilitation study. Enschede: Print Partners Ipskamp; 2008.
172. Pols LCW. Three-mode principal components analysis of confusion matrices, based on identification of Dutch consonants, under various conditions of noise and reverberation. *Speech Commun*. 1983;2:275-293.
173. McColl DA. Intelligibility of tracheoesophageal speech in noise. *J Voice*. 2006;20(4):605-615.
174. Roozen M. The intelligibility of tracheoesophageal speech in spontaneous speech situations. Magistarski rad. Amsterdam: Universiteit van Amsterdam, 2005.
175. Van Rossum MA. Prosody in alaryngeal speech. Doktorska disertacija. Utrecht: LOT; 2005.
176. Van As CJ, Op de Coul BM, Van den Hoogen FJ, Koopmans – van Beinum FJ, Hilgers FJM. Quantitative videofluoroscopy: a new evaluation tool for tracheoesophageal voice production. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2001;127(2):161-169.
177. Van Rossum MA, de Krom G, Nooteboom SG, Quené H. Pitch accent in alaryngeal speech. *J Speech Lang Hear Research*. 2002;45(6):1106-1118.
178. Bonetti L, Utović V, Dulčić A. Utjecaj stupnja gluhoće na kontrolu prozodijskih elemenata. *Hrvatska revija za rehabilitacijska istraživanja*. 2008;44(1):1-13.

12. ŽIVOTOPIS

Ime i prezime: Ljiljana Širić

Datum i mjesto rođenja: 16. travnja 1986., Osijek

Školovanje:

- 2000. g. završila osnovnu školu i osnovnu glazbenu školu (instrument: violina) u Osijeku;
- srednja škola: Prirodoslovno – matematička gimnazija u Osijeku, maturirala u lipnju 2004.;
- fakultet: Edukacijsko – rehabilitacijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, diplomirala u siječnju 2009.

Radno mjesto: logoped u Klinici za otorinolaringologiju i kirurgiju glave i vrata Kliničkog bolničkog centra Osijek.

Radno iskustvo:

- 2009. - 2010. obavila pripravnički staž na Klinici za neurologiju Kliničkog bolničkog centra Osijek;
- 2010. - danas zaposlena na Klinici za otorinolaringologiju i kirurgiju glave i vrata Kliničkog bolničkog centra Osijek;
- 2016. - 2017. radila kao vanjski stručni suradnik na Odjelu za neurologiju Opće županijske bolnice i bolnice hrvatskih veterana Vukovar.

Znanstveno i stručno usavršavanje:

- Poslijediplomski doktorski studij Biomedicina i zdravstvo na Medicinskom fakultetu u Osijeku Sveučilišta J. J. Strossmayera upisala u akademskoj 2009./2010. godini;

- Poslijediplomski specijalistički studij Medicinsko pravo na Pravnom fakultetu Sveučilišta u Splitu upisala u akademskoj 2016./2017. godini;
- u vremenskom razdoblju od 2009. do 2016. g. stručno se usavršavala u Hrvatskoj i Europi, te završila više stručnih edukacija i poslijediplomskih tečajeva trajnog medicinskog usavršavanja s područja rehabilitacije glasa, govora, gutanja i olfaktorne funkcije;
- od 2006. g. je znanstveno aktivna, te ima ukupno 20 znanstvenih i kongresnih radova, 5 nezavisnih citata u Science Citation Indexu.

Radovi objavljeni u časopisima koji se indeksiraju u Current Contents iz područja teme doktorske disertacije:

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): 111-114.

Rosso M, Širić Lj, Tićac R, Starčević R, Šegec I, Kraljik N. *Perceptual Evaluation of Alaryngeal Speech*. Coll. Antropol. 2012; 36 (2): 115-118.

Rosso M, Kraljik N, Mihaljević I, Širić Lj, Šoš D, Vranješ Ž. *Epidemiology of Laryngeal Cancer in Osijek – Baranja County (Eastern Croatia)*. Coll. Antropol. 2012; 36 (2): 107-110.

Sudjelovanje na tečajevima trajne medicinske edukacije:

Dječja otorinolaringologija: najčešće nedoumice i prijepori, Osijek, 2017.

ESPEN Life-Long Learning Course – Nutrition Therapy in Neurological Diseases, Marija Bistrica, 2016.

Dječja otorinolaringologija, Osijek, 2016.

Neurologija: Multipla skleroza, jučer, danas, sutra, Osijek, 2016.

Oropharyngeal dysphagia, Slavonski Brod, 2016.

Provox Course – Master Class, Šibenik 2015. (aktivni sudionik, pozvani predavač)

Evidence-based swallowing in head and neck cancer, Amsterdam, Nizozemska, 2012.

Multipla skleroza: jučer, danas, sutra, Osijek, 2012.

Prosthetic postlaryngectomy vocal, pulmonary and olfactory rehabilitation including surgery and patient demonstrations and hands-on, Amsterdam, Nizozemska, 2011.

Educational Course: Current Issues in Otorhinolaryngology, Novi Sad, Srbija, 2011.

Clinical training course on voice restoration and pulmonary rehabilitation after total laryngectomy, challenges and troubleshooting, Rijeka, 2011.

DSP tehnologija u logopediji, Zagreb, 2011.

Modern Diagnosis and Treatment of Voice Disorders, Zagreb, 2010.

Klinički terapijski pokus, Osijek, 2010.

Peabody test rječnika, Zagreb 2010.

Biofeedback: teorija i primjena, Osijek, 2010.

Verbotonalni seminar I: dijagnostika oštećenja sluha, Zagreb, 2009.

Verbotonalni seminar II: rehabilitacija oštećenja sluha, Zagreb, 2009.

Poremećaji gutanja i glasa, Zagreb, 2009.

Članstva:

Hrvatsko logopedsko društvo

Sekcija logopeda u zdravstvu

Klub laringektomiranih osoba Osijek

Hrvatska zajednica laringektomiranih

12. PRILOZI

12. 1. PRILOG A: Harrison – Robilard – Schultz skala za procjenu kvalitete traheoezofagealnog glasa i govora

12. 2. PRILOG B: Stankovićeve skala za procjenu kvalitete ezofagealnog glasa i govora

12. 3. PRILOG C: Opći upitnik za ispitanike

12. 4. PRILOG D: Četverokomponentna ljestvica za procjenu prozodije alaringealnog govora

12. 5. PRILOG E: Testni materijal za ispitanike

12. 6. PRILOG F: Izvještaj o mjerenju buke okoliša

12. 1. PRILOG A: Harrison – Robilard – Schultz skala za procjenu kvalitete traheozofagealnog glasa i govora

STUPANJ UPOTREBE:

1. Nikada ne koristi traheozofagealni govor (0%).
2. Koristi traheozofagealni govor manje od 50% pokušaja komunikacije.
3. Koristi traheozofagealni govor 50-80% pokušaja komunikacije.
4. Koristi traheozofagealni govor uz ručnu okluziju kao glavno sredstvo komunikacije.
5. Koristi traheozofagealni govor uz automatsku valvulu traheostome kao glavno sredstvo komunikacije.

KVALITETA GLASA:

1. Ne dobiva glas, ne koristi zrak iz pluća za govor.
2. Glas je prenapet ili prepneumofoničan, te ne omogućuje razumljivu konverzaciju, uključuje i šapat.
3. Traheostoma je loše okludirana, te šuštanje zraka oko traheostome otežava razumljivost ili ometa slušača.
4. Glas je blago napet, blago pneumofoničan, ali omogućuje komunikaciju, traheostoma je dobro okludirana, govor je razumljiv.
5. Glas se lako dobiva, okluzija traheostome je dobra, govor je razumljiv.

SAMOSTALNO ODRŽAVANJE GP:

- a) zamjena govorne proteze
- b) čišćenje govorne proteze
- c) prepoznavanje problema i traženje pomoći
- d) naručivanje zaliha

1. Ne može učiniti ništa od prethodno navedenog.
2. Samostalno obavlja 1 od 4 funkcije.
3. Samostalno obavlja 2 od 4 funkcije.
4. Samostalno obavlja 3 od 4 funkcije.
5. Samostalno obavlja sve 4 funkcije.

Ukupan broj bodova _____ / _____ %

Napomena:

Uspješno rehabilitirani su oni pacijenti kojima imaju od 12 do 15 bodova (stopa uspješnosti rehabilitacije iznosi 80–100%).

12. 2. PRILOG B: Stankovićeve skala za procjenu kvalitete ezofagealnog glasa i govora

| USPJEH | OPĆI DOJAM KVALITETE GLASA |
|-----------|--|
| ODLIČAN | Ostvaren je potpuni automatizam u produkciji ezofagealnog glasa i govora |
| DOBAR | Uspostavljen je kontinuirani ezofagealni glas i govor, ali su samo pojedini slogovi povremeno obezvučeni |
| OSREDNJI | Uspostavljena je produkcija ezofagealnog glasa i govora, ali bez dužeg kontinuiteta |
| SLAB | Uspostavljena je produkcija ezofagealnog glasa i govora samo kraćih, jednostavnih rečenica |
| VRLO SLAB | Postoji produkcija ezofagealnog glasa i govora samo pojedinih dvosložnih riječi i pojedinih višesložnih riječi |

**Stanković (1997.)*

Napomena:

Uspješno rehabilitirani su oni pacijenti kojima imaju procijenjen uspjeh kao odličan i dobar.

12. 3. PRILOG C: Opći upitnik za ispitanike

Ime i prezime: _____

Godina rođenja: _____

Spol: M Ž

Mjesto stanovanja: _____

Razina obrazovanja: _____

Godina i vrsta učinjene operacije:

Onkološko liječenje:

Vrsta nadomjesnog govora: TEG EG EL

Trajanje rehabilitacije:

Kvaliteta nadomjesnog govora (ocjena prema Stanković i HRS skali):

12. 4. PRILOG D: Četverokomponentna ljestvica za procjenu prozodije alaringealnog govora

1. MELODIJA:

| | | | |
|-----------------|---|---|---|
| 1) JEDNOLIČNA | 1 | 2 | 3 |
| 2) PROMJENJIVA | 1 | 2 | 3 |
| 3) ODGOVARAJUĆA | 1 | 2 | 3 |

2. NAGLASAK:

| | | | |
|-------------------|---|---|---|
| 1) NEMA | 1 | 2 | 3 |
| 2) DJELOMIČNO IMA | 1 | 2 | 3 |
| 3) IMA | 1 | 2 | 3 |

3. STANKE:

| | | | |
|-----------------|---|---|---|
| 1) NEMA | 1 | 2 | 3 |
| 2) RESPIRATORNE | 1 | 2 | 3 |
| 3) LOGIČKE | 1 | 2 | 3 |

4. RITAM:

| | | | |
|-------------------------------------|---|---|---|
| 1) NEPRIMJEREN (USPOREN ILI UBRZAN) | 1 | 2 | 3 |
| 2) PROMJENJIV | 1 | 2 | 3 |
| 3) ODGOVARAJUĆI | 1 | 2 | 3 |

Legenda:

1 – uvijek; 2 – povremeno; 3 – nikad.

Napomena:

U ovom radu prozodijska obilježja definirana su i određena s namjerom deskriptivno, a ne lingvistički, što bi teoretski bilo ispravnije gledajući sa stajališta jezikoslovaca. Međutim, ljestvica je kreirana za potrebe isključivo ove studije čija je svrha bila procijeniti prozodijska obilježja govora ljudi kojima je grkljan u potpunosti odstranjen kirurškim zahvatom. Cilj je bio procijeniti ostvarenje prozodijskih obilježja diferencijalno važnih za svakodnevnu komunikaciju, te semantičku i pragmatičku komponentu.

12. 5. PRILOG E: Testni materijal za ispitanike

I.

TETKA PEČE PATKU.

TETKA PEČE PATKU?

PUŠKA PUCA.

PUŠKA PUCA?

PETAR KUCA PO VRATIMA.

PETAR KUCA PO VRATIMA?

II.

DA LI JE TO TVOJ KUPUS. NE, NIJE MOJ. KUPUS JE NJEGOV.

DA LI JE TO PATKA? NE, TO NIJE PATKA. TO JE GUSKA.

III.

KATA KAŽE, PETAR TEŠKO RADI.

KATA, KAŽE PETAR, TEŠKO RADI.

DARKO ČUJE, LOVRO VIČE.

DARKO, ČUJE LOVRO, VIČE.

MIRKO KAŽE, KATA KOPA.

MIRKO, KAŽE KATA, KOPA.

PETRA KAŽE, MARTA KASNI.

PETRA, KAŽE MARTA, KASNI.

DINKO KAŽE, MIRTA BRZO VOZI.

DINKO, KAŽE MIRTA, BRZO VOZI

Napomena:

Testni materijal kreiran je prema uzoru na sličan testni materijal Bonettija i sur. u njegovom istraživanju prozodije govora kod slušno oštećene djece (178).

Rečenice su izmijenjene i prilagođene govornim mogućnostima laringektomiranih, prije svega lakšem izgovoru. Iz tog razloga, dvočlane, tročlane i četveročlane rečenice sastavljene su od samo jednosložnih, dvosložnih i trosložnih riječi zasićenih okluzivima. Također, iz istog razloga upitne rečenice iz II. dijela započinju s upitnom rječicom „Da li...“, iako bi jezično bilo ispravno da počinju s „Je li...“.

12. 6. PRILOG F: Izvještaj o mjerenju buke okoliša

| | | |
|---|--|--------------------------|
| Inspekt-ing d.o.o. Ispitni laboratorij | IZVJEŠTAJ O MJERENJU BUKE OKOLIŠA | Obrazac: IZV-BO |
| | | Izdanje/revizija 01/03 |
| | | Datum obrasca 2014-12-09 |

4. REZULTATI MJERENJA

| NEPROIZVODNI IZVORI BUKE | | MJERNO MJESTO | Izmjerena ekvivalentna razina buke L_{Aeq} u dB(A) | PRILAGOĐENJA | | Ocjenska razina buke $L_{Aeq} = L_{Aeq} + K_T - K_I$ u dB(A) | Propisane najviše dopuštene razine buke, dB(A) | Mjerna nesigurnost u dB(A)* |
|--------------------------|-----------|--|--|--|---|--|--|-----------------------------|
| Isključeni | Uključeni | | | Tonalna prilagodna vrijednost K_T u dB | Impulsna prilagodna vrijednost K_I u dB | | | |
| | + | ** MM1- klinika za otorinolaringologiju i kirurgiju glave i vrata pri zatvorenim prozorima i vratima | 29,2 | 0 | 0 | 29,2 | 30 | - |
| + | | ** MM2- klinika za otorinolaringologiju i kirurgiju glave i vrata pri zatvorenim prozorima i vratima | 36,4 | 0 | 0 | 36,4 | 45 | - |

*Izražena kao proširena nesigurnost temeljena na kombiniranoj standardnoj nesigurnosti pomnoženoj s faktorom pokrivanja 2, s tim da je vjerojatnost pokrivanja oko 95%.

Provjera prisutnosti dubokih tonova:

| MJERNO MJESTO | Izmjerena razlika razine buke $L_{Ceq} - L_{Aeq}$ | Utjecaj dubokih tonova |
|---------------|---|------------------------|
| MM1 | <20 | Nema |

L_{Ceq} - ekvivalentna C-vrednovana razina buke u dB(C) L_{Aeq} - ekvivalentna A-vrednovana razina buke u dB(A)

Rezultati mjerenja odnose se samo na navedene izvore buke pri radnim uvjetima koji su bili u trenutku mjerenja. Sva mjerenja su vršena pri maksimalnom radu svih navedenih izvora buke.

Izuzimanje od akreditiranog postupka**