

		Академија за хумани развој Теразије 34, 11000 Београд
---	--	---

Мастер студије логопедије

Акустичка анализа гласа пре и после логопедског третмана

Ментор: Доц. др Јадранка Оташевић

Студент: Николина Аксић

Београд, 2026.

Датум одбране рада: 2026. године

Оцена рада: _____

Чланови комисије:

– председник комисије

– члан комисије

– ментор

Садржај

Сажетак.....	6
Abstract.....	7
Увод.....	9
1.1. Предмет рада.....	10
1.2. Циљ рада.....	11
1.3. Метод рада.....	11
1.4. Истраживачка питања.....	12
1.5. Структура рада.....	12
2. Теоријске основе гласа и говорне продукције.....	13
2.1. Појам гласа.....	13
2.2. Анатомско-физиолошке основе настанка гласа.....	14
2.3. Улога респираторног, фонаторног и резонаторног система.....	16
2.4. Основне карактеристике нормалног гласа.....	17
2.5. Глас као средство комуникације.....	18
3. Поремећаји гласа.....	20
3.1. Дефиниција поремећаја гласа.....	20
3.2. Подела поремећаја гласа.....	21
3.2.1. Функционални поремећаји гласа.....	22
3.2.2. Органски поремећаји гласа.....	22
3.2.3. Неурогени поремећаји гласа.....	23
3.2.4. Психогени поремећаји гласа.....	24
3.3. Најчешћи симптоми поремећаја гласа.....	24
3.4. Фактори ризика за настанак поремећаја гласа.....	25
3.5. Утицај поремећаја гласа на квалитет живота.....	26
4. Процена гласа у логопедској дијагностици.....	27
4.1. Значај процене гласа.....	27
4.2. Субјективна процена гласа.....	28
4.3. Перцептивна процена гласа.....	29
4.4. Инструментална процена гласа.....	30
4.5. Акустичка анализа као део процене гласа.....	31
4.6. Комбиновање субјективних и објективних метода процене.....	32
5.1. Појам акустичке анализе гласа.....	34
5.2. Значај акустичке анализе у дијагностици и праћењу терапије.....	35
5.3. Услови снимања гласа.....	36

5.4. Софтвери за акустичку анализу гласа	36
5.4.1. Praat	36
5.4.2. MDVP	37
5.4.3. Други програми за анализу гласа	38
5.5. Основни акустички параметри гласа	38
5.5.1. Основна фреквенција — F0	38
5.5.2. Интензитет гласа	39
5.5.3. Jitter	39
5.5.4. Shimmer	40
5.5.5. Harmonics-to-Noise Ratio — HNR	40
5.5.6. Cepstral Peak Prominence — CPP	41
5.5.8. Мултипараметарски акустички индекси	42
5.6. Предности и ограничења акустичке анализе	42
6. Логопедски третман поремећаја гласа	44
6.1. Циљеви логопедског третмана гласа	44
6.2. Индиректни приступи у терапији гласа	45
6.2.1. Вокална хигијена	46
6.2.2. Едукација пацијента	46
6.2.3. Промена штетних вокалних навика	47
6.3. Директни приступи у терапији гласа	47
6.3.1. Вежбе дисања	48
6.3.2. Вежбе релаксације	48
6.3.3. Резонантна терапија гласа	49
6.3.4. Вежбе полуоклузије вокалног тракта	49
6.3.5. Вокалне функционалне вежбе	50
6.4. Улога логопеда у третману поремећаја гласа	50
6.5. Очекивани исходи логопедског третмана гласа	51
7. Резултати структурисаног прегледа и анализа истраживања	52
7.1. Избор и карактеристике студија	52
7.2. Разлике између терапијских приступа	54
7.3. Разлике између клиничких популација	54
7.4. Клиничка вредност параметара	55
7.5. Методолошки квалитет анализираних студија	55
7.6. Повезивање VHI, перцептивне и акустичке процене	55
8. Дискусија	56

8.1. Критичко тумачење главних налаза	56
8.2. Могући механизми промена	56
8.3. Клиничка вредност и поузданост појединих акустичких параметара	56
8.4. Клинички значај акустичких промена.....	56
8.5. Практичне импликације	56
8.6. Ограничења овог рада	57
8.7. Препоруке за будућа истраживања	57
9. Закључак	57
Литература	57
<i>Прилози</i>	61

Сажетак

Овај мастер рад бави се акустичком анализом гласа пре и после логопедског третмана. Предмет рада је анализа значаја објективних акустичких параметара у процени гласа код особа са поремећајима гласа, као и праћење промена које настају након спроведеног логопедског третмана. Циљ рада је да се, на основу прегледа и анализе релевантне научне и стручне литературе, прикаже улога акустичке анализе у логопедској дијагностици и евалуацији терапијских исхода.

Рад је теоријско-аналитичког карактера и заснива се на дескриптивној, аналитичко-синтетичкој и компаративној методи. Анализирани су радови који се баве поремећајима гласа, акустичком анализом, логопедским третманом и променама акустичких параметара пре и после терапије. Посебна пажња посвећена је параметрима као што су основна фреквенција, интензитет, jitter, shimmer, HNR, NHR и CPP.

Анализа литературе показује да акустичка анализа има значајну улогу у објективној процени гласа и праћењу ефеката логопедског третмана. У већини анализираних истраживања након терапије се уочавају позитивне промене, као што су смањење вредности jitter-а и shimmer-а, побољшање односа хармонијске и шумне компоненте гласа и стабилнија фонација. Ипак, резултати нису једнако изражени код свих поремећаја гласа, јер код појединих органских промена логопедски третман не мора бити довољан као једини облик лечења.

Закључује се да акустичка анализа представља користан и значајан алат у савременој логопедској пракси, али да њене резултате треба тумачити у комбинацији са перцептивном проценом, самопроценом пацијента, инструменталним прегледом и клиничким налазом.

Кључне речи: глас, дисфонија, акустичка анализа, логопедски третман, акустички параметри.

Abstract

This master's thesis deals with acoustic voice analysis before and after speech-language therapy. The subject of the thesis is the analysis of the importance of objective acoustic parameters in the assessment of voice in individuals with voice disorders, as well as the monitoring of changes that occur after speech-language therapy. The aim of the thesis is to present, based on a review and analysis of relevant scientific and professional literature, the role of acoustic analysis in speech-language diagnostics and in the evaluation of therapeutic outcomes.

The thesis is theoretical and analytical in nature and is based on descriptive, analytical-synthetic and comparative methods. The reviewed literature includes studies dealing with voice disorders, acoustic voice analysis, speech-language therapy and changes in acoustic parameters before and after treatment. Special attention is given to parameters such as fundamental frequency, intensity, jitter, shimmer, HNR, NHR and CPP.

The analysis of the literature shows that acoustic voice analysis has an important role in the objective assessment of voice and in monitoring the effects of speech-language therapy. In most of the analyzed studies, positive changes were observed after therapy, including reduced jitter and shimmer values, improved harmonic-to-noise ratio and more stable phonation. However, the results are not equally pronounced in all types of voice disorders, since in some organic changes speech-language therapy may not be sufficient as the only form of treatment.

It can be concluded that acoustic voice analysis is a useful and important tool in contemporary speech-language practice, but its results should be interpreted in combination with perceptual assessment, patient self-assessment, instrumental examination and clinical findings.

Keywords: voice, dysphonia, acoustic analysis, speech-language therapy, acoustic parameters.

Изјава о академској честитости

Изјављујем да је мастер рад под насловом „**Акустичка анализа гласа пре и после логопедског третмана**” резултат мог самосталног рада и да у њему нису коришћени недозвољени извори или делови туђих радова без одговарајућег навођења.

Потврђујем да су сви извори, литература и подаци који су коришћени у раду наведени у складу са правилима академског цитирања и да рад није претходно предаван ради стицања другог звања или дипломе.

У Београду, ____ 2026. Године

Студент: Николина Аксић

Увод

Глас представља једно од најважнијих средстава људске комуникације. Њиме човек не преноси само речи и информације, већ и емоције, расположење, лични став, узраст, пол и бројне друге особине које су важне у свакодневној комуникацији. Због тога свака промена у гласу може утицати не само на говор, већ и на социјално, професионално и емоционално функционисање особе. Посебно су осетљиве особе које глас користе као основно средство рада, као што су наставници, васпитачи, певачи, глумци, водитељи и други говорни професионалци.

Поремећаји гласа могу настати услед различитих узрока, као што су неправилна употреба гласа, прекомерно напрезање гласница, органске промене на ларинксу, неуролошки фактори или психолошки утицаји. Они се најчешће испољавају кроз промуклост, слабљење гласа, нестабилност гласа, брзо замарање при говору, смањен интензитет, осећај напора или нелагодности током говорења. Ове промене могу бити пролазне, али уколико трају дужи временски период, могу значајно нарушити квалитет живота и комуникацију особе.

У логопедској пракси процена гласа има велики значај, јер омогућава да се утврди природа проблема, степен оштећења и начин на који поремећај утиче на свакодневно функционисање пацијента. Према препорукама Америчке асоцијације за говор, језик и слух, процена гласа треба да буде свеобухватна и да обухвати клиничку, перцептивну и инструменталну процену, као и анализу вокалних навика пацијента (ASHA, n.d.). Због тога се у савременој пракси све више истиче потреба да се субјективна процена гласа допуни објективним методама мерења.

Једна од значајних објективних метода јесте акустичка анализа гласа. Она омогућава да се поједине карактеристике гласа прикажу бројчано, што је важно како за почетну процену, тако и за праћење промена током и након третмана. Најчешће анализирани акустички параметри су основна фреквенција, интензитет, jitter, shimmer, однос хармоника и шума, као и други показатељи који могу указати на стабилност, правилност и квалитет гласа. Овакви подаци су корисни јер логопеду и другим стручњацима омогућавају да прецизније прате стање гласа и да резултате терапије не заснивају само на слушном утиску.

Посебан значај акустичке анализе огледа се у могућности поређења гласа пре и после логопедског третмана. На тај начин могуће је објективније сагледати да ли је дошло до побољшања вокалне функције, смањења промуклости, стабилизације гласа и правилније употребе гласа. У студији коју су спровели Chhetri и Gautam (2015), анализирани су акустички параметри гласа код пацијената са различитим патологијама ларинкса пре и после терапије гласа. Аутори су пратили параметре као што су основна фреквенција, jitter, shimmer, однос хармоника и шума и нормализована енергија шума, а резултати су показали значајне промене код већине параметара након спроведене терапије.

Ипак, резултати акустичке анализе не треба да се тумаче изоловано. На вредности појединих параметара могу утицати начин снимања, јачина гласа, врста задатка који пацијент изводи, као и технички услови мерења. Истраживања указују да акустички параметри као што су jitter, shimmer и однос хармоника и шума могу зависити од нивоа звучног притиска, због чега је важно да услови снимања буду што више стандардизовани (Brockmann-Bauser и сар., 2018). Управо због тога акустичка анализа има највећу вредност када се користи заједно са перцептивном проценом, анамнезом, клиничким прегледом и субјективним доживљајем пацијента.

Логопедски третман гласа има за циљ да помогне особи да глас користи правилније, економичније и са мање напора. У зависности од врсте поремећаја, терапија може обухватити едукацију о вокалној хигијени, вежбе дисања, релаксацију, рад на резонанци, вежбе за стабилизацију гласа и промену штетних вокалних навика. Код одређених поремећаја, посебно функционалних, терапија гласа може довести до значајног побољшања. Међутим, код неких органских промена, као што су полипи или изражене структурне промене на гласницама, логопедски третман не мора увек бити довољан као једини облик лечења, већ може бити део ширег терапијског приступа. У складу са наведеним, овај рад се бави акустичком анализом гласа пре и после логопедског третмана, кроз преглед и анализу релевантне научне и стручне литературе.

Упркос великом броју радова, постојећа истраживања су методолошки хетерогена у погледу популације, терапије, говорних задатака, софтвера и услова снимања. Због тога још није довољно јасно који акустички параметри најосетљивије одражавају клинички значајну терапијску промену и у којој мери се објективни налази подударају са перцептивном проценом и искуством пацијента. Ово представља научни проблем и оправдање за преглед.

Оригинални допринос рада огледа се у систематизацији налаза према клиничким популацијама и терапијским приступима, критичкој процени методолошког квалитета студија и издвајању практичних препорука за мултидимензионалну логопедску процену гласа.

1.1. Предмет рада

Предмет овог мастер рада је акустичка анализа гласа пре и после логопедског третмана, са посебним освртом на значај објективних акустичких параметара у процени и праћењу промена у квалитету гласа. Рад се бави анализом научне и стручне литературе која приказује примену акустичке анализе код особа са различитим поремећајима гласа. Посебна пажња усмерена је на параметре који се најчешће користе у процени гласа, као што су основна фреквенција, jitter, shimmer, однос хармоника и шума и други показатељи вокалне стабилности и квалитета. У оквиру рада разматра се и улога ових параметара у процени ефеката логопедске терапије, односно у праћењу промена које настају након спроведеног третмана.

1.2. Циљ рада

Општи циљ рада је да се, на основу структурисаног теоријско-аналитичког прегледа литературе, критички процени значај акустичке анализе у праћењу промена гласа пре и после терапије. Посебни циљеви су утврђивање параметара који најчешће показују терапијску промену, поређење различитих клиничких популација и терапијских приступа, процена клиничке вредности традиционалних, цепстралних и мултипараметарских мера и повезивање акустичких исхода са перцептивном проценом и самопроценом пацијента.

1.3. Метод рада

Овај мастер рад је структурисани теоријско-аналитички преглед литературе, а не формални систематски преглед или метаанализа. Циљана претрага спроведена је у PubMed/MEDLINE и PubMed Central, уз допунско прегледање референтних листа релевантних радова; претрага је ажурирана у августу 2026. године. За централну анализу приоритет је дат оригиналним истраживањима из периода 2008–2026, док су старији класични радови, уџбеници, смернице и софтверски извори коришћени за теоријске и методолошке основе. Претрага је комбиновала појмове: “voice therapy”, “dysphonia”, “acoustic analysis”, “pre post treatment”, “jitter”, “shimmer”, “HNR”, “NHR”, “CPP”, “CPPS”, “AVQI”, “semi-occluded vocal tract”, “resonant voice therapy”, “vocal function exercises”, “LSVT LOUD”, “vocal nodules” и “Parkinson disease”. Укључиване су публикације на енглеском и српском/сродним јужнословенским језицима. Критеријуми укључивања били су: јасно дефинисан поремећај гласа или вокални проблем; терапија гласа/вокални тренинг; пре–пост процена; најмање један објективни акустички исход, и довољно података за тумачење промене. Искључивани су радови без јасно описане интервенције, без пре–пост процене, без акустичких исхода, чисто дијагностичке студије без терапијског исхода и извори који су служили само теоријској основи. У завршну квалитативну анализу издвојено је 14 оригиналних истраживања која најдиректније одговарају предмету рада. Због изражене клиничке и методолошке хетерогености резултати су синтетисани квалитативно и компаративно, без метаанализе.

Коришћене су комбинације кључних речи: voice therapy, dysphonia, acoustic analysis, pre post treatment, jitter, shimmer, HNR, NHR, CPP, CPPS, AVQI, semi-occluded vocal tract, resonant

voice therapy, vocal function exercises, LSVT LOUD, vocal nodules и Parkinson disease. Разматране су публикације на енглеском и српском/сродним јужнословенским језицима.

Критеријуми укључивања били су: оригинално истраживање особа са поремећајем гласа или јасно дефинисаним вокалним проблемом; примена терапије гласа или специфичног вокалног терапијског протокола; процена пре и после интервенције; најмање један објективни акустички параметар; и довољно података за тумачење терапијске промене. Искључивани су радови без јасно описане терапије, без пре–пост процене, без акустичких исхода, чисто дијагностичке студије, прегледни радови као примарни доказ ефикасности и нерелевантни прикази појединачних случајева.

У завршну квалитативну анализу издвојено је 14 оригиналних истраживања која најдиректније одговарају предмету рада. Остали извори коришћени су као теоријска и методолошка подршка. Због хетерогености популација, интервенција и исхода није спроведена метаанализа, већ дескриптивна, аналитичко-синтетичка и компаративна синтеза.

1.4. Истраживачка питања

Пошто рад не садржи сопствено емпиријско истраживање и статистичко тестирање хипотеза, постављена су следећа истраживачка питања:

1. Који акустички параметри најчешће показују промене након терапије гласа?
2. Код којих поремећаја и клиничких популација су промене најизраженије?
3. Да ли се ефекти разликују у зависности од терапијског приступа?
4. Који параметри имају највећу клиничку вредност у процени терапијског исхода?
5. У којој мери се акустичке промене подударају са перцептивном проценом и самопроценом пацијента?

1.5. Структура рада

Рад је организован тако да након уводног методолошког дела следе теоријске основе гласа, поремећаји гласа, процена гласа, акустичка анализа и терапија гласа. Централни аналитички

део чини Поглавље 7, у којем су приказани резултати структурисаног прегледа, табела анализираних истраживања, разлике између терапијских приступа и клиничких популација и процена методолошког квалитета. Поглавље 8 представља критичку дискусију, а Поглавље 9 завршни закључак.

2. Теоријске основе гласа и говорне продукције

Глас и говор представљају сложене функције које настају као резултат усклађеног рада више анатомских, физиолошких, неуролошких и психолошких система. Иако се у свакодневном животу глас најчешће посматра као звук који човек производи приликом говора, у научном и клиничком смислу он представља много сложенију појаву. Глас настаје вибрацијом гласница, али његов коначан квалитет зависи од дисања, рада ларинкса, резонанце, артикулације, прозодије и начина на који слушалац тај звук доживљава.

За разумевање акустичке анализе гласа неопходно је најпре објаснити како глас настаје и који системи учествују у његовој продукцији. Акустички параметри као што су основна фреквенција, интензитет, jitter, shimmer и однос хармоника и шума не могу се правилно тумачити без познавања физиолошке основе гласа. Промене у дисању, затварању гласница, напетости гласних набора или резонаторном простору могу се одразити на акустичке карактеристике гласа, али и на начин на који слушалац перципира његов квалитет.

Ово поглавље има за циљ да прикаже основне теоријске појмове који су важни за тему рада. Најпре ће бити објашњен појам гласа, затим анатомско-физиолошке основе његовог настанка, улога респираторног, фонаторног и резонаторног система, основне карактеристике нормалног гласа и, на крају, значај гласа као средства комуникације. Ова теоријска основа представља полазиште за касније разумевање поремећаја гласа, логопедског третмана и акустичке анализе гласа пре и после терапије.

2.1. Појам гласа

Глас представља једно од основних средстава људске комуникације. Њиме човек не преноси само речи и језички садржај, већ и емоције, расположење, лични став, намеру и бројне индивидуалне карактеристике. У ширем смислу, глас се може разумети као звук који човек производи ради комуникације, док се у ужем смислу односи на звучне сигнале који настају вибрацијом гласница у ларинксу. Звучни гласови настају када ваздушна струја из плућа пролази кроз глотис и покреће гласнице на вибрацију, док се безвучни гласови производе без вибрације гласница, најчешће обликовањем ваздушне струје у говорном тракту (Zhang, 2016).

Глас није исто што и говор, иако су ова два појма тесно повезана. Глас представља основни звучни извор који настаје у ларинксу, док говор подразумева сложенији процес у коме се тај звук обликује у гласове, слоге, речи и реченице. Да би настао разумљив говор, потребно

је да се основни звучни сигнал који производе гласнице додатно обликује у вокалном тракту, уз учешће језика, усана, непца, зуба и вилице. Због тога се глас може посматрати као основа говорне продукције, али не и као једини елемент говора.

У литератури се истиче да продукција гласа није само механички процес, већ део ширег комуникационог система. Говорник фонира како би пренео одређену информацију слушаоцу, било да је она језичка или парајезичка, намерна или ненамерна. У том процесу учествују планирање говора, инервација ларинкса, особине ткива гласница, биомеханика вибрације, акустика, резонанца и перцепција гласа. Због тога се глас не може посматрати изоловано, већ као део целокупног процеса преношења информације од говорника до слушаоца (Kreiman и сар., 2014).

Глас има значајну улогу у свакодневном животу, јер омогућава човеку да изрази своје мисли, потребе, осећања и ставове. Он није само средство преношења информација, већ и важан део личног идентитета. Често је могуће препознати особу само на основу гласа, чак и када је не видимо. Једноставан поздрав преко телефона може бити довољан да препознамо познату особу, што показује да глас садржи индивидуалне карактеристике говорника.

Поред језичке функције, глас има и емоционалну и социјалну функцију. На основу гласа слушалац може да стекне утисак о расположењу, узбуђености, умору, сигурности или несигурности говорника. Иста реченица може имати различито значење у зависности од начина на који је изговорена. Промена интонације, јачине, темпа или квалитета гласа може указати на питање, иронију, љутњу, радост, страх или забринутост. Због тога глас има важну улогу не само у преношењу поруке, већ и у тумачењу комуникативне намере.

Савремена истраживања наглашавају да је људски глас значајан слушни стимулус, јер омогућава социјално повезивање, носи информације о идентитету и емоцијама говорника и служи као носилац говорног језика (Harford и сар., 2024). Људски глас представља сложен акустички сигнал састављен од више фреквенцијских компоненти, а слушалац на основу њега може да доноси закључке о извору звука, односно о особи која говори.

2.2. Анатомско-физиолошке основе настанка гласа

Продукција гласа представља сложен психомоторни процес који настаје као резултат међусобног деловања психолошких, неуролошких и анатомско-физиолошких система. Да би се произвео глас, није довољно само постојање гласница. Неопходно је да више система делује усклађено: респираторни систем обезбеђује ваздушну струју, фонаторни систем ствара основни звучни сигнал, резонаторни систем обликује тај звук, артикулациони систем га претвара у говорне гласове, док прозодија говору даје ритам, нагласак, темпо и интонацију (Seikel и сар., 2020; Kent, 2023).

Ларинкс, односно грклан, има централну улогу у продукцији гласа. Он се налази изнад душника и представља сложену анатомску структуру која учествује у дисању, заштити дисајних путева и фонацији. Током дисања ларинкс омогућава пролазак ваздуха, док током гутања учествује у заштити дисајних путева од уласка хране и течности. У процесу фонације

његова најважнија улога је стварање звучног сигнала путем вибрације гласница (Seikel и сар., 2020; Ferrand, 2019).

У овом раду доследно се користи термин „гласнице“ (енг. vocal folds), као термин уобичајен у домаћој клиничкој и логопедској литератури. Гласнице су смештене унутар ларинкса и представљају главни вибраторни део фонаторног система. Оне су грађене од више слојева ткива, укључујући слузокожу, лигамент и мишићну компоненту. Оваква грађа омогућава им еластичност и способност ритмичне вибрације. Простор између две гласнице назива се глотис. Глотис је отворен током дисања, док се током фонације гласнице приближавају средњој линији и омогућавају стварање гласа (Seikel и сар., 2020).

Сам процес настанка гласа започиње ваздушном струјом која из плућа пролази ка ларинксу. Када се гласнице приближе средњој линији, ваздух који долази из плућа ствара притисак испод њих, односно субглотички притисак. Када тај притисак постане довољно јак, гласнице се раздвајају и пропуштају ваздух. Након тога се, услед еластичности ткива и аеродинамичких сила, поново приближавају. Овај циклус отварања и затварања понавља се великом брзином и ствара основни звучни сигнал.

Вибрација гласница није једноставан процес, већ зависи од више фактора. На њу утичу субглотички притисак, напетост гласница, њихова маса, еластичност, симетрија и начин затварања. Савремено схватање фонације наглашава да је продукција гласа резултат сложеног односа између физиолошких, биомеханичких и акустичких процеса (Zhang, 2016). Управо због тога промена у било ком од ових фактора може довести до промене у акустичком сигналу и квалитету гласа.

Да би глас био стабилан и звучан, неопходно је да гласнице буду покретљиве, еластичне и правилно постављене. Њихова напетост, маса, симетрија и способност затварања имају значајан утицај на квалитет гласа. Ако се гласнице не затварају потпуно, део ваздуха неконтролисано пролази кроз глотис, што може довести до дахтавог или слабог гласа. Ако је вибрација неправилна, глас може звучати промукло, грубо или нестабилно. Ове промене могу се касније уочити и кроз акустичке параметре гласа, као што су варијације у фреквенцији и амплитуди, повећан шум или снижена стабилност гласа.

Фонација се, дакле, може разумети као физиолошки процес у коме се ваздушна енергија претвара у звучну енергију. Ипак, тај звук још увек није коначан говорни сигнал. Он се даље преноси кроз вокални тракт, где се мења, појачава и обликује. Због тога се настанак гласа не може свести само на рад гласница, већ мора да се посматра као резултат усклађеног рада дисања, фонације, резонанце и артикулације.

2.3. Улога респираторног, фонаторног и резонаторног система

Респираторни, фонаторни и резонаторни систем представљају основне системе који учествују у продукцији гласа. Њихова улога је међусобно повезана, јер поремећај у једном систему може утицати на функционисање осталих. Респираторни систем обезбеђује ваздушну струју, фонаторни систем претвара ту ваздушну струју у звук, а резонаторни систем обликује настали звук и даје му индивидуални квалитет (Seikel и сар., 2020; Ferrand, 2019).

Респирација, односно дисање, представља основни извор енергије за продукцију гласа и говора. Ваздух који излази из плућа током издисаја ствара притисак испод гласница, познат као субглотички притисак. Управо тај притисак омогућава покретање гласница на вибрацију и стварање гласа. Због тога се респираторни систем често описује као покретачка снага говорне продукције (Seikel и сар., 2020; Ferrand, 2019).

У мирном дисању удисај и издисај служе пре свега размени гасова. Међутим, током говора дисање се прилагођава потребама фонације. Док је при мирном дисању издисај релативно кратак и углавном пасиван, при говору он постаје продужен, контролисан и усмерен на одржавање гласа. Особа мора да регулише количину ваздуха, јачину издисаја и трајање ваздушне струје како би могла да изговори речи, фразе и реченице без прекида и непотребног напора.

У процесу дисања учествују плућа, дијафрагма, душник, бронхије, међуребарни мишићи и мишићи грудног коша. При удисају дијафрагма се контрахује и спушта, чиме се повећава запремина грудне дупље и омогућава улазак ваздуха у плућа. При издисају дијафрагма се опушта, грудна дупља се смањује, а ваздух се потискује из плућа ка ларинксу. Када се та ваздушна струја правилно усмери и контролише, она постаје основа за фонацију.

Правилна респираторна подршка има велики значај за квалитет гласа. Недовољна контрола издисаја може довести до слабог гласа, прекида у говору, смањене јачине и брзог замарања. Са друге стране, превелик притисак и форсирано говорење могу довести до напрезања гласница и развоја вокалног замора. Због тога се у логопедском третману гласа често ради на правилном дисању, контроли издисаја и бољој координацији дисања са фонацијом.

Фонаторни систем обухвата ларинкс, гласнице, глотис, ларингеалне хрскавице и мишиће који контролишу положај, напетост и покретљивост гласница. Његова основна улога је стварање звучног сигнала. Када ваздушна струја из плућа пролази кроз глотис, гласнице почињу да вибрирају и настаје основни звук. Брзина њихове вибрације одређује основну фреквенцију гласа, док амплитуда вибрације и количина ваздушне струје утичу на јачину гласа (Seikel и сар., 2020; Zhang, 2016).

Фонација је уско повезана са контролом висине, јачине и квалитета гласа. Напетост и дужина гласница утичу на висину гласа, док субглотички притисак и амплитуда вибрације утичу на гласноћу. Квалитет гласа зависи од правилности вибрације, потпуности затварања гласница и односа хармонијских и шумних компоненти. Ако је затварање гласница

непотпуно или је њихова вибрација неправилна, глас може постати промукао, дахтав, слаб или нестабилан.

Резонаторни систем обухвата ждрело, усну и носну дупљу. Његова улога је да појача, измени и обликује звук који је настао у ларинксу. Основни звучни сигнал који производе гласнице сам по себи није потпуно обликован говорни глас. Он пролази кроз вокални тракт, где се поједине фреквенције појачавају, а друге слабе. На тај начин глас добија боју, пуноћу и индивидуалне карактеристике.

Резонанца има важну улогу у препознатљивости гласа. Због различите грађе вокалног тракта, величине ждрела, усне и носне дупље, свака особа има специфичан квалитет гласа. На пример, ако меко непце не затвара правилно пролаз између усне и носне дупље, може доћи до појачане назалности. Са друге стране, ако је пролаз кроз носну дупљу смањен, као код запушеног носа, говор може звучати затворено и хипоназално. Ови примери показују да квалитет гласа и говора не зависи само од гласница, већ и од резонаторног простора кроз који звук пролази.

Иако у наслову овог поглавља нису посебно издвојени, артикулациони систем и прозодија такође су важни за говорну продукцију. Артикулација представља процес обликовања звука у препознатљиве говорне гласове. У њој учествују језик, усне, зуби, тврдо и меко непце и доња вилица. Захваљујући прецизној координацији ових органа, основни звучни сигнал се претвара у гласове, слоге, речи и реченице. Прозодија, са друге стране, обухвата ритам, темпо, нагласак и интонацију говора. Она говору даје природност, емоционалну изражајност и комуникативну вредност. Због тога се говорна продукција не може свести само на стварање звука, већ подразумева сложену координацију више физиолошких, акустичких и комуникативних процеса (Seikel и сар., 2020).

2.4. Основне карактеристике нормалног гласа

Нормалан глас може се описати као глас који је прилагођен узрасту, полу, телесним карактеристикама и комуникативним потребама особе. Он треба да буде довољно јасан, стабилан, звучан и пријатан за слушање, без изражене промуклости, напрезања, дахтавости или брзог замарања. Нормалан глас омогућава особи да говори у свакодневним ситуацијама без бола, нелагодности и осећаја напора.

Једна од основних карактеристика нормалног гласа јесте стабилна висина гласа. Висина гласа зависи од основне фреквенције, односно од броја вибрација гласница у секунди. Бржа вибрација гласница доводи до вишег гласа, док спорија вибрација доводи до нижег гласа. Основна фреквенција се природно разликује код мушкараца, жена и деце, што је повезано са дужином, масом и напетости гласница.

Друга важна карактеристика јесте одговарајућа јачина гласа. Глас треба да буде довољно јак да омогући успешну комуникацију, али не сме да буде стално форсиран. Јачина гласа зависи од количине ваздушне струје, субглотишког притиска и амплитуде вибрације гласница. Особа са нормалном вокалном функцијом може да прилагоди гласноћу ситуацији, на пример

да говори тише у мирном простору или гласније у бучнијем окружењу, без претераног напрезања.

Квалитет гласа односи се на начин на који глас звучи. Нормалан глас је углавном чист, стабилан и без израженог шума. Уколико постоји неправилна вибрација гласница, непотпуно затварање или повећан пролаз ваздуха кроз глотис, глас може постати промукао, груб, дахтав или нестабилан. Основна фреквенција, интензитет и квалитет гласа представљају важне карактеристике вокалне продукције. Ови параметри зависе од рада респираторног и фонаторног система, али и од начина на који се звук обликује у вокалном тракту (Kent, 2023; Seikel и сар., 2020).

У процени гласа посебно су важни акустички параметри као што су основна фреквенција, интензитет, jitter, shimmer и однос хармоника и шума. Jitter указује на варијације у фреквенцији вибрације гласница, shimmer на варијације у амплитуди, док однос хармоника и шума показује колико је у гласу присутан хармонијски, а колико шумни део. Иако су ове мере корисне, оне не треба да се тумаче изоловано, јер квалитет гласа зависи од више повезаних физиолошких, акустичких и перцептивних фактора.

Kreiman и сарадници наглашавају да продукција гласа, акустика и перцепција представљају делове истог комуникационог процеса. Због тога се акустичке мере, као што су jitter, shimmer и HNR, не могу увек саме по себи сматрати довољним показатељима квалитета гласа. Слушалац често глас доживљава као целину, а не као збир појединачних параметара. То је посебно важно у клиничкој пракси, јер резултати акустичке анализе треба да се повежу са перцептивном проценом, клиничким прегледом и субјективним доживљајем пацијента (Kreiman и сар., 2014).

Нормалан глас подразумева и вокалну издржљивост. То значи да особа може да користи глас током уобичајених дневних активности без брзог замарања, бола или губитка гласа. Код особа које професионално користе глас, као што су наставници, певачи, глумци и водитељи, ова карактеристика је посебно значајна. Уколико глас брзо слаби, ако се јавља промуклост након дужег говора или ако особа осећа напор при фонацији, то може указивати на почетни поремећај вокалне функције.

Због свега наведеног, нормалан глас није једноставно глас без болести, већ глас који је функционалан, стабилан, прилагодљив и економичан. Он омогућава јасну комуникацију, прилагођавање различитим говорним ситуацијама и очување вокалне функције без претераног напрезања. Ове карактеристике су важне за касније разумевање поремећаја гласа и процену промена које могу настати након логопедског третмана.

2.5. Глас као средство комуникације

Глас има важну улогу у комуникацији, јер омогућава човеку да пренесе информације, изрази емоције и успостави однос са другим људима. Он није само звучни производ рада гласница, већ носилац значења, намере и личног израза. Кроз глас се преноси језички садржај, али и

парајезичке информације, као што су расположење, емоционално стање, сигурност, став и однос према саговорнику.

У комуникационом процесу глас повезује говорника и слушаоца. Говорник најпре има намеру да пренесе поруку, затим се активирају системи који учествују у дисању, фонацији, резонанци и артикулацији, а настали звучни сигнал стиже до слушаоца, који га прима, обрађује и тумачи. Овај процес показује да се глас мора посматрати као спој физиолошког, акустичког и перцептивног аспекта (Kreiman и сар., 2014).

Људски глас има посебан значај за слушни систем, јер слушаоцу пружа велики број информација о говорнику. На основу гласа могуће је препознати познату особу, разликовати једног говорника од другог, проценити емоционално стање и боље разумети комуникативну намеру. Истраживања о перцепцији гласа показују да људски глас има значајну улогу у социјалном повезивању и препознавању идентитета говорника (Harford и сар., 2024).

Глас је важан и зато што се његов квалитет одмах уочава у комуникацији. Промукао, слаб, дахтав или напрегнут глас може утицати на начин на који слушалац доживљава говорника. Особа са поремећајем гласа може деловати уморно, несигурно или болесно, чак и када то није њена намера. Због тога поремећаји гласа не утичу само на акустички квалитет гласа, већ и на социјалну и професионалну комуникацију.

Посебан значај гласа види се код особа које га користе као основно средство рада. Наставници, васпитачи, певачи, глумци, водитељи, свештеници, продавци и други говорни професионалци свакодневно се ослањају на глас како би обављали своје активности. Код ових особа и мање промене у гласу могу довести до тешкоћа у раду, смањења самопоуздања и пада квалитета живота. Због тога је очување здравог гласа важно не само са медицинског, већ и са професионалног и психосоцијалног аспекта.

У оквиру теме овог мастер рада, глас као средство комуникације има посебан значај јер показује зашто је важно пратити промене гласа пре и после логопедског третмана. Циљ терапије није само побољшање бројчаних вредности акустичких параметара, већ и побољшање гласа који особа користи у стварној комуникацији. Због тога акустичка анализа треба да буде повезана са перцептивном проценом и функционалним значајем гласа у свакодневном животу.

Акустички сигнал представља везу између продукције и перцепције гласа. Промене у физиологији гласа могу довести до промена у акустичком сигналу, а те промене могу утицати на то како слушалац доживљава глас. Зато је у клиничкој пракси важно разумети не само шта се дешава у ларинксу, већ и како се те промене чују и како утичу на комуникацију. Управо та веза између продукције, акустике и перцепције представља једну од основа за примену акустичке анализе у процени ефеката логопедског третмана.

3. Поремећаји гласа

Поремећаји гласа представљају значајну област логопедске, фонијатријске и оториноларинголошке праксе, јер директно утичу на способност особе да говори, комуницира и учествује у свакодневним, социјалним и професионалним активностима. Глас је основно средство усмене комуникације, али истовремено представља и важан део личног идентитета, емоционалног изражавања и професионалног функционисања. Због тога промене у гласу не треба посматрати само као изолован акустички проблем, већ као стање које може имати шире последице по квалитет живота.

Дисфонија се у клиничкој литератури најчешће описује као поремећај који се испољава променом квалитета гласа, висине, јачине или вокалног напора, при чему те промене могу нарушити комуникацију и/или квалитет живота. Клиничке смернице за промуклост, односно дисфонију, наглашавају да је важно правовремено препознавање симптома, процена могућих узрока и избор одговарајућег терапијског приступа (Stachler и сар., 2018).

У домаћој литератури дисфонија се такође одређује као поремећај фонације који се може испољити у различитим акустичким формама, при чему је промуклост најчешћи и најпознатији симптом (Мајдекас и сар., 2001). Овакав приступ је важан за тему овог рада, јер показује да се поремећаји гласа могу посматрати и кроз слушно-перцептивне промене и кроз објективне акустичке параметре.

Ово поглавље обухвата дефиницију поремећаја гласа, њихову класификацију, најчешће симптоме, факторе ризика и утицај на квалитет живота. Наведени аспекти су важни за разумевање касније примене акустичке анализе гласа, јер се управо промене у квалитету, висини, јачини и стабилности гласа могу пратити пре и после логопедског третмана.

3.1. Дефиниција поремећаја гласа

Поремећај гласа, односно дисфонија, подразумева промену у начину на који глас звучи или функционише. Те промене могу се односити на квалитет гласа, висину, јачину, стабилност, трајање фонације и количину напора који је потребан да би особа произвела глас. Поремећај гласа може бити благ и пролазан, али може бити и дуготрајан и значајно ометати свакодневну комуникацију.

Према клиничкој смерници Stachler и сар. (2018), дисфонија је стање које се одликује измењеним квалитетом гласа, висином, јачином или вокалним напором, при чему ове промене могу утицати на комуникацију и квалитет живота. Оваква дефиниција је значајна јер не посматра поремећај гласа само као звучну промену, већ и као функционални проблем који може ограничити особу у свакодневним активностима.

Глас настаје вибрацијом гласница у ларинксу, уз учешће респираторног, фонаторног и резонаторног система. Када је нарушено нормално кретање, затварање или вибрација

гласница, долази до промене у акустичком сигналу. Та промена се може чути као промуклост, дахтавост, храпавост, слабљење гласа, напрегнут глас или нестабилност. У том смислу, дисфонија није само субјективни утисак да глас „није добар”, већ одступање од уобичајених карактеристика гласа које може бити клинички значајно.

У домаћем контексту, Majdevac и сар. (2001) истичу да се дисфонија може манифестовати у више акустичких форми, али да је промуклост најчешћи симптом. Ово је важно јер показује да поремећај гласа није једнообразан, већ се може испољити различитим променама у гласу, у зависности од узрока и механизма настанка.

У процени поремећаја гласа важно је повезати клинички налаз, слушно-перцептивну процену, субјективни доживљај пацијента и објективне мере. Управо због тога акустичка анализа има значајну улогу: она омогућава да се неке промене у гласу, које се чују као промуклост, нестабилност или дахтавост, прикажу бројчано кроз параметре као што су основна фреквенција, jitter, shimmer и однос хармоника и шума.

3.2. Подела поремећаја гласа

Поремећаји гласа могу се класификовати према узроку, механизму настанка и клиничкој слици. Најчешће се деле на органске, функционалне, неурогене и психогене поремећаје. Оваква подела је значајна јер омогућава боље разумевање природе поремећаја, планирање терапије и тумачење резултата процене гласа.

ASHA у својим стручним смерницама наводи да се поремећаји гласа могу посматрати као органски, функционални и психогени, при чему органски поремећаји обухватају структурне и неурогене узроке. Органски поремећаји подразумевају промене у респираторном, ларингеалном или вокалном механизму; функционални настају када је структура очувана, али је употреба гласа неефикасна; психогени се јављају када психолошки фактори доводе до дисфоније или афоније (ASHA, n.d.).

Сличну поделу налазимо и у клиничким изворима који наглашавају да органски поремећаји могу бити структурни или неуролошки, док функционални поремећаји подразумевају неправилну или неефикасну употребу вокалног механизма. На пример, функционални поремећај може настати као компензација код особе која већ има органску или неурогену промену, док дуготрајна неправилна употреба гласа може допринети развоју структурних промена на гласницама.

У домаћој литератури, Majdevac и сар. (2001) разматрају класификацију дисфонија према примарном етиолошком фактору, што је важно јер указује да се поремећаји гласа не могу разумети само на основу звучног утиска, већ је потребно анализирати њихов узрок и механизам настанка.

Важно је нагласити да се поједине групе поремећаја не морају јављати потпуно одвојено. У пракси је могуће да једна особа има органску промену на гласницама, али и функционалну компоненту у виду повећане мишићне напетости. Такође, особа са дуготрајним поремећајем

гласа може развити психолошке последице, као што су страх од говора, избегавање комуникације или несигурност. То, међутим, не значи да је сваки такав поремећај психоген, већ да поремећај гласа често има више димензија.

3.2.1. Функционални поремећаји гласа

Функционални поремећаји гласа јављају се када су анатомске структуре вокалног механизма углавном очуване, али се глас користи неправилно, неефикасно или са претераном мишићном напетостју. Основни проблем није нужно у видљивој лезији на гласницама, већ у начину на који особа користи дисање, фонацију, резонанцу и мишиће ларинкса.

У овој групи посебно место има мишићно-тензиона дисфонија, код које прекомерна напетост ларингеалне и околне мускулатуре доводи до напрегнутог, нестабилног, заморног или промуклог гласа. Naqvi и Gupta (2023) описују функционалне поремећаје гласа као стања у којима је вокални механизам структурно очуван, али је његова употреба нарушена, што може довести до промена у квалитету гласа.

Функционални поремећаји често су повезани са вокалним преоптерећењем, неправилном вокалном техником, дуготрајним говором, викањем, радом у буци, лошом контролом дисања или покушајем компензације већ постојеће промене гласа. Код неких особа промена гласа може бити мање изражена, али се јавља осећај напора, нелагодности, замора или бола током говора.

Регионална истраживања потврђују значај функционалних поремећаја у клиничкој пракси. Kovač Bilić и сар. (2021) у раду о поремећајима гласа код деце наводе да је највећи број пацијената у њиховом узорку имао стечени, функционални поремећај гласа и да је код већине била потребна логопедска гласовна рехабилитација.

Функционални поремећаји су значајни за тему овог рада јер често добро реагују на логопедски третман. Циљ терапије је да се смањи прекомерна мишићна напетост, побољша координација дисања и фонације, уведе економичнији начин продукције гласа и смањи вокални напор. Акустичка анализа може помоћи у праћењу ових промена, јер омогућава мерење стабилности гласа и односа хармонијских и шумних компоненти пре и после терапије.

3.2.2. Органски поремећаји гласа

Органски поремећаји гласа настају када постоји физичка, структурна или физиолошка промена у ларинксу, на гласницама или у другим деловима вокалног механизма. Ове промене могу бити последица упале, отока, бенигних лезија, трауме, ожиљака, тумора, промена повезаних са старењем или других патолошких процеса.

У органске поремећаје најчешће се убрајају ларингитис, вокални нодули, полипи, цисте, едеми, грануломи, папиломи, леукоплакија, ожиљци, крварења и друге лезије гласница. Према Stemple, Roy и Klaben (2018), структурне промене на гласницама могу директно нарушити правилност вибрације, затварање глотиса и квалитет гласа. Управо због тога су органски поремећаји важни за акустичку анализу, јер се њихово присуство често одражава на параметре који мере стабилност и шумност гласа.

Домаћи рад Petrović Lazić (2009) посебно је значајан за ову тему јер се бави акустичком анализом гласа код органских и функционалних дисфонија. У том истраживању разматрани су акустички модели дисфоничног гласа органске етиологије и њихово поређење са функционалним дисфонијама, што директно повезује органске поремећаје са акустичком проценом гласа.

Органске промене на гласницама могу довести до промуклости, храпавости, слабљења гласа, нестабилности, смањене јачине и брзог замарања. На пример, вокални нодули често настају као последица дуготрајног вокалног напрезања и неправилне употребе гласа, док полипи и цисте могу механички ометати правилно затварање и вибрацију гласница. У таквим случајевима акустичка анализа може показати повећане вредности jitter-а и shimmer-а, смањен однос хармоника и шума и већу нестабилност фонације.

Важно је напоменути да органски поремећаји не искључују потребу за логопедским третманом. Код неких структурних промена може бити неопходан медицински или хируршки третман, али логопедска терапија често има значајну улогу у корекцији начина употребе гласа, смањењу вокалног напрезања и превенцији поновног настанка проблема.

3.2.3. Неурогени поремећаји гласа

Неурогени поремећаји гласа настају услед поремећаја у централном или периферном нервном систему који контролише рад ларинкса и гласница. Они могу бити последица оштећења нерава, неуролошких обољења, поремећаја моторичке контроле или дисфункције мишића који учествују у фонацији.

У ову групу спадају пареза и парализа гласница, вокални тремор, спазмодична дисфонија и поремећаји гласа повезани са неуролошким болестима, као што су Паркинсонова болест, мождани удар, мултипла склероза, мијастенија гравис и амиотрофична латерална склероза. ASHA неурогене поремећаје описује као органске поремећаје повезане са проблемима у инервацији ларинкса, укључујући спазмодичну дисфонију, вокални тремор и парализу гласница.

Спазмодична дисфонија представља фокалну ларингеалну дистонију, при којој невољне контракције мишића ларинкса доводе до прекида, застоја и поремећаја у току говора. Benšić, Ćulina и Maržić (2021) истичу да логопедска процена код спазмодичне дисфоније треба да обухвати перцептивну процену, акустичку анализу и самопроцену квалитета гласа и комуникацијских искустава пацијента.

Домаћи рад о поремећајима гласа код особа са Паркинсоновом болешћу показује да су поремећаји гласа значајан део клиничке слике ове болести. У том раду се као основне

карактеристике гласа код Паркинсонове болести наводе монотоност, хипофониичност и храпавост, а истиче се и значај логопедске процене и третмана гласа у рехабилитацији ових особа.

Неурогени поремећаји су важни за акустичку анализу јер могу утицати на стабилност основне фреквенције, контролу интензитета, појаву тремора, прекиде у фонацији и општу разумљивост говора. Због тога је код ових поремећаја често потребно комбиновати акустичку анализу са перцептивном проценом и функционалном проценом комуникације.

3.2.4. Психогени поремећаји гласа

Психогени поремећаји гласа јављају се када је промена гласа повезана са психолошким и емоционалним факторима, без јасног органског узрока који би објаснио тежину симптома. Они се могу испољити као дисфонија, када је квалитет гласа нарушен, или као афонија, када особа не може да произведе звучан глас.

Према ASHA смерницама, психогени поремећаји гласа настају када психолошки стресори доведу до неадаптивне афоније или дисфоније. Ови поремећаји су релативно ретки, али захтевају пажљиву процену и често мултидисциплинарни приступ.

Регионални рад Tadić (2019) посебно је користан за ово поглавље јер се директно бави психогеним дисфонијама. Ауторка наводи да су психогене дисфоније поремећаји гласа који су резултат психолошке неравнотеже, да се јављају у облику дисфоније или афоније, као и да ларингоскопски преглед углавном не показује промене на гласницама, иако је глас нарушен. Такође се истиче значај мултидисциплинарног тима који укључује фонијатра, логопеда и психолога.

Важно је разликовати психогени поремећај гласа од психолошке реакције која може пратити било који поремећај гласа. Особа са органским или функционалним поремећајем може бити забринута или фрустрирана због промене гласа, али то не значи да је поремећај психоген. Психогени поремећај подразумева да психолошки фактори имају примарну улогу у настанку симптома.

У третману психогених поремећаја гласа потребно је искључити органске и неуролошке узроке, проценити начин употребе гласа и разумети психолошки контекст у коме се симптом јавља. Због тога је сарадња логопеда, оториноларинголога, фонијатра и психолога од посебног значаја.

3.3. Најчешћи симптоми поремећаја гласа

Симптоми поремећаја гласа могу бити различити у зависности од узрока, врсте и тежине поремећаја. Најчешће се јављају промуклост, храпавост, слабљење гласа, дахтав или напрегнут глас, дрхтање гласа, нестабилност висине, губитак гласа, замарање током говора и тешкоће при гласном говору.

Stachler и сар. (2018) истичу да се дисфонија испољава кроз промену квалитета гласа, висине, јачине или вокалног напора, што може утицати на комуникацију и квалитет живота. У домаћој литератури, Majdevac и сар. (2001) наглашавају да је промуклост најчешћи симптом дисфоније, али да се дисфонија може јавити у више акустичких форми.

Поред промена у звучном квалитету гласа, могу се јавити и телесни симптоми. Особа може осећати бол, напетост, гребање или замор у грлу током говора. Често се јавља потреба за прочишћавањем грла, осећај кнедле у грлу или осећај да је говор напоран. Ови симптоми могу указивати на повећану мишићну напетост, неправилну фонацију, непотпуно затварање гласница или присуство органске промене.

Симптоми поремећаја гласа важни су за акустичку анализу јер се многи од њих могу повезати са променама у акустичким параметрима. На пример, нестабилност гласа може бити повезана са повећаним варијацијама у фреквенцији и амплитуди, дахтавост са непотпуним затварањем гласница и већим присуством шума, док напрегнут глас може указивати на повећану мишићну активност и неекономичну фонацију.

У истраживању Veselinović и сар. (2021), које се бавило субјективном и објективном акустичком анализом гласа наставника разредне наставе, коришћени су Praat, GIBAS скала и Индекс гласовног оштећења (VHI), што показује да се симптоми поремећаја гласа у пракси често процењују комбинацијом перцептивних, акустичких и субјективних метода.

3.4. Фактори ризика за настанак поремећаја гласа

Фактори ризика за настанак поремећаја гласа могу бити различити и често делују удружено. Један од најзначајнијих фактора је прекомерна или неправилна употреба гласа. Дуготрајно говорење, викање, певање без одговарајуће технике, говор у буци и недовољан вокални одмор могу довести до вокалног замора, мишићне напетости и структурних промена на гласницама.

Roy и сар. (2005) су у истраживању о поремећајима гласа у општој популацији испитивали преваленцију, факторе ризика и професионални утицај поремећаја гласа. Овај рад је значајан јер показује да поремећаји гласа нису ретка појава и да могу имати важне последице на радну способност и професионално функционисање.

Професионална употреба гласа представља посебно важан фактор ризика. Наставници, васпитачи, певачи, глумци, водитељи, свештеници, продавци и други говорни професионалци свакодневно користе глас у дужем временском периоду и често у условима буке или лоше акустике. Roy и сар. (2004) су показали да су наставници група са повећаним ризиком за поремећаје гласа, јер користе глас као примарно средство рада.

У регионалном истраживању Veselinović и сар. (2021), анализиран је утицај радног стажа, недељног броја часова, штетних навика и хроничних болести на квалитет гласа наставница. За објективну анализу коришћен је Praat, за перцептивну процену GRBAS скала, а за

самопроцену VHI. Ово истраживање је значајно јер показује да професионална употреба гласа, навике и здравствено стање могу бити важни фактори у процени гласа код наставника.

Поред вокалног преоптерећења, значајни фактори ризика су пушење, алкохол, недовољна хидратација, сув ваздух, алергије, гастроезофагеални и ларингофарингеални рефлукс, инфекције горњих дисајних путева, хронични кашаљ, хормонски поремећаји, болести штитне жлезде, неуролошка обољења, операције у пределу врата и траума ларинкса. У клиничкој пракси важно је препознати ове факторе, јер третман поремећаја гласа не подразумева само вежбе, већ и промену вокалних навика и смањење фактора који одржавају поремећај.

Фактори ризика су посебно важни за логопедски третман. Ако се не отклоне или не смање навике које доводе до преоптерећења гласа, ефекти терапије могу бити ограничени. Због тога се у третману често ради на вокалној хигијени, правилном дисању, контроли вокалног напора, хидратацији, смањењу викања и прилагођавању начина комуникације професионалним захтевима.

3.5. Утицај поремећаја гласа на квалитет живота

Поремећаји гласа могу значајно утицати на квалитет живота јер глас има централну улогу у комуникацији, раду и социјалним односима. Када особа има промукао, слаб, дахав или напрегнут глас, комуникација постаје напорна и често мање ефикасна. То може довести до фрустрације, избегавања разговора, смањеног самопоуздања и тешкоћа у професионалном функционисању.

Значај квалитета живота у процени поремећаја гласа посебно је видљив у развоју инструмената за самопроцену. Jacobson и сар. (1997) развили су Voice Handicap Index, инструмент намењен процени функционалних, физичких и емоционалних последица поремећаја гласа из перспективе пацијента. Овај инструмент је постао један од најпознатијих и најчешће коришћених упитника у процени утицаја поремећаја гласа на свакодневни живот.

Професионалне последице поремећаја гласа посебно су изражене код особа које глас користе као основно средство рада. Наставник који не може да говори довољно јасно и гласно, певач који губи контролу над висином и квалитетом гласа или водитељ који има сталну промуклост могу имати значајне тешкоће у раду. Roy и сар. (2004) указују да поремећаји гласа код наставника могу негативно утицати на радни учинак, присуство на послу и будуће професионалне изборе.

У регионалном истраживању о поремећајима гласа код деце истакнуто је да хронична промуклост може довести до поремећаја комуникације у осетљивом периоду школовања, због чега је потребан рани мултидисциплинарни приступ који укључује оториноларинголога, логопеда и психолога (Коваћ Bilić и сар., 2021). Ово показује да поремећаји гласа не утичу само на одрасле и професионалне кориснике гласа, већ могу имати последице и у развојном периоду.

У контексту овог мастер рада, утицај поремећаја гласа на квалитет живота важан је јер показује да циљ логопедског третмана није само побољшање акустичких параметара, већ и побољшање функционалне комуникације. Акустичка анализа може показати мерљиве промене у гласу, али је коначни значај тих промена у томе да ли особа лакше, јасније и са мање напора користи глас у свакодневном животу. Због тога је потребно повезати акустичке резултате са перцептивном проценом, субјективним доживљајем пацијента и стварним комуникативним потребама.

4. Процена гласа у логопедској дијагностици

Процена гласа представља један од основних корака у логопедској и фонијатријској пракси. Њен значај огледа се у томе што омогућава да се утврди природа, степен и утицај поремећаја гласа на свакодневну комуникацију пацијента. Глас је сложен феномен који обухвата физиолошке, акустичке, перцептивне и субјективне аспекте, па због тога његова процена не може бити заснована само на једном поступку. Да би се добила потпуна слика о вокалној функцији, неопходно је комбиновати више метода процене.

Савремени приступ процени гласа најчешће је мултидимензионалан. Он обухвата анамнезу, субјективну процену пацијента, перцептивну процену стручњака, инструменталну процену, акустичку анализу и, када је потребно, визуелизацију ларинкса. Dejonckere и сар. (2001) истичу значај основног протокола функционалне процене гласа, посебно у контексту праћења ефикасности третмана и поређења резултата пре и после терапије. Слично томе, Patel и сар. (2018) наглашавају потребу за стандардизованом инструменталном проценом гласа, како би резултати били поузданији, упоредивији и клинички кориснији.

У логопедској пракси процена гласа нема само дијагностичку улогу, већ је важна и за планирање третмана. Логопед процењује како пацијент користи глас, који фактори доприносе поремећају, колико је пацијент свестан свог вокалног понашања и у којој мери може да промени начин фонације уз одговарајуће инструкције. У том смислу, процена гласа представља полазиште за избор терапијских циљева, праћење напретка и процену исхода логопедског третмана.

У контексту теме овог мастер рада, процена гласа има посебан значај јер акустичка анализа гласа пре и после логопедског третмана има највећу вредност када се тумачи у ширем клиничком оквиру. Акустички параметри могу показати бројчане промене у гласу, али њихово значење постаје потпуније тек када се повежу са перцептивним утиском, субјективним доживљајем пацијента и функционалном употребом гласа у свакодневној комуникацији.

4.1. Значај процене гласа

Значај процене гласа огледа се у томе што она омогућава систематско сагледавање вокалне функције пацијента. Поремећај гласа може настати услед органских промена на гласницама, неправилне употребе гласа, неуролошких поремећаја, психогених фактора или комбинације

више узрока. Због тога је важно да процена обухвати не само слушни утисак о гласу, већ и начин на који пацијент користи глас, услове у којима се проблем јавља, вокалне навике, професионалне захтеве и утицај поремећаја на свакодневни живот.

Логопедска процена гласа има више функција. Прво, она помаже у препознавању природе поремећаја и уочавању могућих фактора који га одржавају. Друго, омогућава планирање индивидуализованог третмана. Треће, служи као основа за праћење промена током и након терапије. Због тога је важно да се процена гласа спроведе пре почетка третмана, а затим понови након одређеног периода, како би се упоредило почетно и завршно стање.

У литератури се истиче да свеобухватна логопедска процена гласа најчешће укључује анамнезу, самопроцену пацијента, орално-периферни преглед, процену дисања, слушно-перцептивну процену и инструменталне методе. Циљ овакве процене је да се сагледа не само квалитет гласа, већ и његов физиолошки узрок и утицај на свакодневно функционисање пацијента (ASHA, n.d.; Patel и сар., 2018). У тексту који анализира клиничке праксе логопеда специјализованих за глас наводи се да логопеди током процене користе и субјективне и објективне методе, али да постоје разлике у начину на који различити клиничари спроводе, анализирају и тумаче резултате процене гласа.

Поред класичних елемената процене, важан део логопедске процене може бити и процена стимулативности гласа. Стимулативност гласа односи се на способност пацијента да промени глас када му логопед да модел, упутство, вежбу или терапијски подстицај. Toles и Young (2023) дефинишу стимулативност као способност особе да модификује глас уз демонстрацију и/или инструкције. Ова процена је важна јер логопеду може помоћи да процени кандидованост за терапију, прогнозу побољшања, избор терапијских техника и способност пацијента да усвоји ново вокално понашање.

Значај процене стимулативности посебно се огледа у томе што она повезује процену и третман. Током овог поступка логопед не процењује само како глас тренутно звучи, већ и да ли се глас може одмах променити применом одређених техника, као што су резонантне вежбе, полузатворени вокални тракт, промена дисања, промена држања тела или ручне технике. На тај начин процена постаје динамичан процес који пружа информације о потенцијалу пацијента за терапијски напредак.

4.2. Субјективна процена гласа

Субјективна процена гласа односи се на начин на који пацијент сам доживљава свој глас и тешкоће које има у комуникацији. Она је важан део процене јер поремећај гласа не мора увек бити једнако изражен у акустичким параметрима и у субјективном искуству пацијента. Нека особа може имати умерене акустичке промене, али веома изражен осећај напора, замора или ограничења у свакодневној комуникацији, посебно ако професионално зависи од гласа.

Субјективна процена најчешће обухвата разговор са пацијентом, анамнезу и примену упитника самопроцене. Током анамнезе прикупљају се подаци о почетку и трајању

проблема, ситуацијама у којима се глас погоршава, професионалној употреби гласа, вокалним навикама, претходном третману, здравственом стању, присуству рефлукса, алергија, бола, замора или осећаја напора при говору. Ови подаци помажу логопеду да разуме не само симптоме, већ и контекст у коме се поремећај јавља.

Један од најпознатијих инструмената за самопроцену је Voice Handicap Index. Jacobson и сар. (1997) развили су VHI како би се процениле функционалне, физичке и емоционалне последице поремећаја гласа из перспективе пацијента. Овај инструмент је значајан јер омогућава да се поремећај гласа не посматра само као клинички налаз, већ и као проблем који може утицати на свакодневне активности, самопоуздање, емоционално стање и социјално функционисање.

Поред VHI, у пракси се користе и други упитници, као што су VHI-10, Voice-Related Quality of Life, Singing Voice Handicap Index и други инструменти који се примењују у зависности од профила пацијента. У тексту о клиничким праксама логопеда специјализованих за глас наведено је да сви испитани клиничари користе неки облик мера које пацијент сам пријављује, али да се избор упитника разликује у зависности од клинике, врсте проблема и потреба пацијента.

У домаћем и регионалном контексту, самопроцена гласа такође има значајно место. Veselinović и сар. (2021) су у истраживању гласа наставника разредне наставе користили Индекс гласовног оштећења, односно VHI, заједно са објективном акустичком анализом у програму Praat и перцептивном проценом GRBAS скалом. Ово показује да се у процени гласа све више примењује комбинован приступ који укључује и субјективно искуство пацијента.

Субјективна процена је посебно важна у праћењу исхода логопедског третмана. Ако пацијент након терапије пријављује мањи вокални напор, бољу издржљивост гласа, лакшу комуникацију и мањи утицај гласа на свакодневни живот, то представља важан терапијски исход. Због тога се субјективна процена не сме посматрати као мање вредна у односу на инструменталне мере, већ као неопходан део свеобухватне процене гласа.

4.3. Перцептивна процена гласа

Перцептивна процена гласа подразумева слушну процену квалитета гласа од стране стручњака. Она је једна од најчешће коришћених метода у клиничкој пракси јер директно процењује оно што слушалац чује током говора пацијента. Иако има субјективну компоненту, перцептивна процена је клинички значајна зато што глас у свакодневној комуникацији постоји као звучни утисак који други људи примају и тумаче.

Током перцептивне процене логопед процењује карактеристике као што су општи степен поремећаја, храпавост, дахтавост, астенија, напрегнутост, нестабилност, промена висине и јачине гласа. Једна од најпознатијих скала је GRBAS, коју је развио Hirano (1981), а која обухвата процену општег степена дисфоније, храпавости, дахтавости, астеније и

напругнутости гласа. У неким радовима користи се и проширена варијанта GIRBAS, која укључује додатне параметре.

Други значајан инструмент је CAPE-V — Consensus Auditory-Perceptual Evaluation of Voice. Kempster и сар. (2009) описују CAPE-V као стандардизовани клинички протокол за процену слушно-перцептивних карактеристика гласа. Овај протокол обухвата процену укупне тежине поремећаја, храпавости, дахтавости, напругнутости, висине, јачине и додатних карактеристика гласа. Његова предност је у томе што омогућава уједначеније документовање перцептивне процене и лакше праћење промена кроз време.

Ипак, перцептивна процена има и ограничења. Пошто зависи од слушног утиска процењивача, могуће су разлике између стручњака, али и код истог процењивача у различитим условима. У тексту о клиничким праксама у процени гласа истиче се да су слушно-перцептивне процене важан део свеобухватне процене, али да је њихова поузданост ограничена због субјективне природе слушног суда. Посебно се наводи да је процена напругнутости гласа често мање поуздана у односу на неке друге квалитете, као што су дахтавост или укупна тежина дисфоније.

Перцептивна процена је значајна јер поједине акустичке мере не могу у потпуности да објасне како се глас заиста доживљава. На пример, две особе могу имати сличне вредности jitter-а или shimmer-а, али различит слушни утисак гласа. Због тога је потребно комбиновати перцептивну процену са акустичком анализом. Перцептивна процена даје клинички опис квалитета гласа, док акустичка анализа омогућава бројчано праћење одређених параметара.

У регионалној литератури такође се истиче значај перцептивне процене. Benšić, Čulina и Maržić (2021) наводе да логопедска процена код спастичне дисфоније укључује перцептивну процену, акустичку анализу и самопроцену пацијента. Ово је важно јер показује да се и код сложенијих поремећаја гласа процена не заснива само на инструменталним мерама, већ на комбинацији различитих приступа.

4.4. Инструментална процена гласа

Инструментална процена гласа обухвата методе које омогућавају објективније сагледавање рада ларинкса, гласница, дисања и акустичких карактеристика гласа. Она може укључити ларингоскопију, видеостробоскопију, акустичку анализу, аеродинамичке мере, електроглотографију и друге поступке. У логопедској пракси посебно су значајне методе које омогућавају праћење промена у гласу пре и после третмана.

Ларингоскопија и видеостробоскопија омогућавају визуелни увид у структуру и покретљивост гласница. Ове методе су посебно важне када постоји сумња на органске промене, као што су нодули, полипи, едеми, цисте, ожиљци или непотпуно затварање глотиса. Иако логопед не мора увек самостално спроводити ове процедуре, резултати фонијатријског или оториноларинголошког прегледа значајни су за планирање логопедског третмана.

Patel и сар. (2018) у оквиру ASHA експертског панела препоручују стандардизоване протоколе инструменталне процене вокалне функције у три области: ларингеална ендоскопија, акустичка анализа и аеродинамичке процедуре. Ове препоруке имају за циљ да побољшају поузданост и валидност процене, као и могућност поређења резултата између пацијената, установа и различитих временских тачака.

Аеродинамичка процена може обухватити мере као што су максимално време фонације, процена протока ваздуха и субглотичког притиска. Ове мере су корисне јер глас не зависи само од вибрације гласница, већ и од адекватне респираторне подршке и координације дисања и фонације. Код особа са slabим, дахтавим или нестабилним гласом, аеродинамички подаци могу допунити акустичке и перцептивне налазе.

У тексту о клиничким праксама процене гласа наводи се да инструментална процена укључује ларингеално снимање, акустичку анализу и аеродинамичку процену, али и да се у пракси јављају разлике у томе које мере клиничари користе, којом опремом располажу и како тумаче резултате. Као чести системи за акустичка мерења помињу се Computerized Speech Lab и Praat, док део клиничара уопште не користи акустички софтвер у свакодневној процени.

Инструментална процена има посебну вредност јер омогућава документовање стања гласа. То је важно у клиничкој пракси, али и у истраживањима, где је потребно упоредити резултате пре и после логопедског третмана. Ипак, инструментални налази не треба да се тумаче изоловано. Они су најкориснији када се повежу са анамнезом, перцептивном проценом, самопроценом пацијента и функционалним циљевима терапије.

4.5. Акустичка анализа као део процене гласа

Акустичка анализа гласа представља објективну методу процене која омогућава мерење различитих акустичких параметара гласа. Она се заснива на анализи звучног сигнала и омогућава да се поједине карактеристике гласа прикажу бројчано. Због тога је посебно значајна у праћењу промена пре и после логопедског третмана.

Најчешће анализирани параметри су основна фреквенција, интензитет, jitter, shimmer, однос хармоника и шума и cepstral peak prominence. Основна фреквенција односи се на просечну учесталост вибрације гласница. Jitter показује варијације у фреквенцији између појединачних вибраторних циклуса, док shimmer показује варијације у амплитуди. Однос хармоника и шума указује на однос правилних, хармонијских компоненти и шумних компоненти у гласу. Cepstral peak prominence, односно CPP, сматра се корисним показатељем односа периодичне и аperiodичне енергије у гласовном сигналу.

Patel и сар. (2018) препоручују акустичке мере које обухватају ниво звучног притиска, основну фреквенцију и мере шума у гласовном сигналу. Посебно се истиче CPP као клинички значајна мера која одражава однос периодичне и аperiodичне енергије у говорном сигналу и повезује се са општим квалитетом гласа.

У домаћем истраживању Petrović Lazić, Vuković и Dobrota Davidović (2009) акустичка анализа је коришћена у испитивању органских и функционалних дисфонија. Такав приступ је значајан јер директно показује да акустички параметри могу помоћи у објективнијем описивању дисфоничног гласа и поређењу различитих типова поремећаја. Veselinović и сар. (2021) су у процени гласа наставника користили Praat за објективну акустичку анализу, уз GIBAS скалу и VHI, што представља пример комбиновања акустичке, перцептивне и субјективне процене.

Акустичка анализа има више предности. Она је неинвазивна, релативно брза, погодна за понављана мерења и омогућава документовање терапијског напретка. Подаци добијени акустичком анализом могу бити корисни и у едукацији пацијента, јер пацијенту омогућавају да визуелно и бројчано види одређене промене у свом гласу. То може повећати мотивацију за терапију и разумевање циљева третмана.

Ипак, акустичка анализа има и ограничења. Резултати могу зависити од квалитета снимања, удаљености микрофона, јачине гласа, врсте говорног задатка, софтвера и начина анализе. Поједини логопеди сматрају акустичке мере корисним за објективно поређење пре и после терапије, док други сматрају да оне не мењају увек терапијске одлуке и да не одражавају увек оно што пацијент или стручњак чују.

Због тога акустичка анализа не треба да буде једини критеријум процене. Њена највећа вредност је у томе што допуњује друге методе и омогућава да се промене у гласу објективније прате. Посебно је значајна у истраживањима и клиничком раду где је потребно документовати ефекте логопедског третмана.

4.6. Комбиновање субјективних и објективних метода процене

Комбиновање субјективних и објективних метода процене представља најпоузданији приступ у логопедској процени гласа. Глас је сложена појава која обухвата физиолошки механизам продукције, акустички сигнал, слушни утисак и лично искуство пацијента. Ниједна метода сама по себи не може у потпуности да обухвати све ове аспекте.

Субјективна процена показује како пацијент доживљава свој глас и колико га поремећај ограничава у свакодневном животу. Перцептивна процена показује како стручњак чује и описује квалитет гласа. Инструментална процена омогућава увид у рад ларинкса и гласница, док акустичка анализа даје бројчане податке о параметрима гласа. Када се ове методе комбинују, добија се потпунија и клинички кориснија слика вокалне функције.

Мултидимензионални приступ процени гласа препоручује се и у међународној литератури. Dejonckere и сар. (2001) предлажу основни протокол функционалне процене гласа који укључује више различитих приступа, док Patel и сар. (2018) наглашавају значај стандардизованих инструменталних метода ради бољег поређења резултата и праћења ефеката терапије.

У оквиру комбиноване процене важно место може имати и процена стимулативности гласа. Toles и Young (2023) наводе да већина логопеда специјализованих за поремећаје гласа користи процену стимулативности као део процене и третмана. У њиховом истраживању већина испитаника је навела да стимулативност процењује током иницијалне процене, као и током терапијских сесија. Најчешће коришћене технике биле су модификације резонанце и технике полузатвореног вокалног тракта, као што су шум, звучни фрикативи, straw phonation и lip trills.

Процена стимулативности је значајна јер омогућава логопеду да уочи да ли пацијент може да постигне бољи квалитет гласа уз одређену технику и колико му је подршке потребно. Ако пацијент већ током процене може да смањи напор, побољша резонанцу или постигне стабилнију фонацију, то може указивати на добар потенцијал за логопедски третман. С друге стране, ако пацијент не реагује на терапијске подстицаје, потребна је додатна процена, другачији терапијски приступ или сарадња са другим стручњацима.

Комбиновање метода посебно је важно у истраживањима која пореде глас пре и после логопедског третмана. Ако се после терапије побољшају вредности jitter-a, shimmer-a, HNR-a или CPP-a, а пацијент истовремено пријављује мањи вокални напор и стручњак перципира бољи квалитет гласа, онда се може говорити о јачем доказу терапијског напретка. Са друге стране, ако се акустички параметри побољшају, али пацијент и даље осећа напор или избегава комуникацију, резултате треба тумачити опрезно.

Због тога акустичка анализа у овом раду не треба да се посматра као изолована метода, већ као део шире процене гласа. Њена највећа вредност је у томе што омогућава објективно документовање промена, али коначна процена исхода логопедског третмана треба да обухвати и перцептивни утисак, самопроцену пацијента, процену стимулативности и функционалну употребу гласа у свакодневной комуникацији.

5. Акустичка анализа гласа

Акустичка анализа гласа представља један од најзначајнијих облика објективне процене вокалне функције. Она омогућава да се звучни сигнал гласа анализира помоћу различитих акустичких параметара, чиме се добијају бројчани подаци о карактеристикама гласа. За разлику од искључиво слушно-перцептивне процене, која зависи од искуства и субјективног утиска процењивача, акустичка анализа омогућава прецизније документовање одређених промена у гласу.

Глас је акустички сигнал који настаје као резултат сложеног односа између рада респираторног система, вибрације гласница, резонанце вокалног тракта и артикулационих покрета. Свака промена у овим системима може се одразити на акустичке карактеристике гласа. Због тога акустичка анализа има значајну улогу у процени нормалног и патолошког гласа, у диференцијацији појединих поремећаја, као и у праћењу промена након логопедског третмана.

У савременој логопедској дијагностици акустичка анализа се не посматра као изолована метода, већ као део мултидимензионалне процене гласа. Она се најчешће комбинује са

анамнезом, самопроценом пацијента, перцептивном проценом, инструменталним прегледом ларинкса и проценом функционалне употребе гласа. Овакав приступ је важан јер акустички параметри не могу сами по себи да објасне све аспекте вокалног функционисања, али могу значајно да допуне клиничку слику и омогуће објективно праћење терапијских исхода (Dejonckere и сар., 2001; Patel и сар., 2018).

5.1. Појам акустичке анализе гласа

Акустичка анализа гласа подразумева мерење и анализу звучних карактеристика гласовног сигнала. Она се заснива на чињеници да се информације које слушаца користи приликом процене гласа налазе управо у акустичком сигналу. Када слушаца процењује да ли је нечији глас јасан, промукао, дахтав, хрпав, напрегнут или нестабилан, он у ствари реагује на акустичке особине тог гласа. Због тога акустичка анализа има логичну основу у клиничкој процени гласа: ако се промена чује, она би у одређеној мери требало да буде присутна и у звучном сигналу (Hillenbrand и сар., 1994; Hillenbrand и Houde, 1996).

Акустичка анализа може се дефинисати као објективна, квантитативна, неинвазивна и репродуцибилна метода процене гласа. Њена објективност огледа се у томе што се глас описује бројчаним параметрима, квантитативност у томе што се добијају мерљиве вредности, неинвазивност у томе што се глас снима без директног уласка у тело пацијента, а репродуцибилност у могућности да се мерења понове под сличним условима и упореде кроз време.

Основна предност акустичке анализе јесте то што омогућава да се субјективно уочљиве промене у гласу прикажу бројчано. На пример, промуклост може бити повезана са повећаним шумом у сигналу, дахтавост са смањеним односом хармонијских и шумних компоненти, а нестабилност гласа са варијацијама у фреквенцији и амплитуди. Тако се слушни утисак може допунити параметрима као што су основна фреквенција, jitter, shimmer, HNR и CPP.

У литератури се наглашава да акустичка анализа може бити корисна у више области: за разликовање нормалног и патолошког гласа, као помоћ у диференцијалној дијагностици, за процену тежине поремећаја гласа, за упоређивање ефикасности различитих терапијских приступа и за праћење напретка током логопедског третмана (Hillenbrand и сар., 1994; Dejonckere и сар., 2001; Patel и сар., 2018).

Ипак, акустичка анализа не треба да се посматра као замена за логопедску и фонијатријску процену. Она није довољна да сама постави дијагнозу, јер исти акустички налаз може бити присутан код различитих поремећаја гласа. На пример, повећан шум у гласу може бити последица непотпуног затварања глотиса, органске промене на гласницама, неурогеног поремећаја или неправилне употребе гласа. Због тога се акустички резултати морају тумачити у оквиру шире клиничке слике.

5.2. Значај акустичке анализе у дијагностици и праћењу терапије

Значај акустичке анализе у дијагностици огледа се у могућности да се вокална функција процени на објективнији начин. Док перцептивна процена показује како стручњак чује глас, акустичка анализа показује шта се дешава у самом звучном сигналу. Ова два приступа се допуњују, јер глас истовремено постоји као акустички сигнал и као слушни доживљај.

У клиничкој дијагностици акустичка анализа може помоћи у процени степена поремећаја гласа. На пример, код блажих дисфонија вредности појединих параметара могу бити умерено измењене, док код тежих поремећаја може постојати већа нестабилност фреквенције, амплитуде и хармонијске структуре. Акустичка анализа може бити корисна и када је потребно документовати почетно стање пацијента пре третмана.

Посебан значај акустичке анализе огледа се у праћењу ефеката логопедског третмана. Када се глас анализира пре и после терапије, могуће је упоредити вредности истих параметара и видети да ли је дошло до побољшања. На пример, након успешног третмана може се очекивати стабилнија основна фреквенција, мање варијације у амплитуди, бољи однос хармоника и шума и већа правилност фонације. Овакви подаци могу бити корисни и за терапеута и за пацијента, јер омогућавају видљивији приказ напретка.

Dejonckere и сар. (2001) истичу да је процена гласа посебно важна када се испитује ефикасност терапијских поступака и нових метода процене. То се директно повезује са темом овог рада, јер акустичка анализа гласа пре и после логопедског третмана омогућава да се терапијски исходи не процењују само на основу општег утиска, већ и на основу мерљивих промена.

Patel и сар. (2018) такође наглашавају значај стандардизоване инструменталне процене гласа, укључујући акустичку анализу. Стандардизација је важна зато што омогућава да се резултати различитих мерења упоређују кроз време. Ако се услови снимања, говорни задаци и начин анализе стално мењају, онда је тешко знати да ли је промена у резултатима последица терапије или различитих услова мерења.

Акустичка анализа има и значај у едукацији пацијента. Када пацијент види да су се поједини параметри побољшали након терапије, може боље разумети ефекат вежби и бити мотивисанији за наставак третмана. Са друге стране, ако параметри не показују очекивано побољшање, логопед може преиспитати терапијски приступ и прилагодити план рада.

Ипак, у дијагностици и праћењу терапије важно је нагласити да акустичка анализа има највећу вредност када се комбинује са другим методама. Само побољшање бројева није довољно ако пацијент и даље осећа напор при говору или ако глас у комуникацији звучи нестабилно. Због тога је потребно повезати акустичке резултате са самопроценом пацијента, перцептивном проценом и функционалном употребом гласа у свакодневном животу.

5.3. Услови снимања гласа

Поузданост акустичке анализе зависи од типа и фреквенцијског одзива микрофона, растојања и угла у односу на уста, акустике просторије, позадинског шума, нивоа вокалног интензитета, трајања сигнала, говорног задатка и софтверског алгоритма. Bottalico и сар. (2020) показују утицај просторије и микрофона на репродуктивност параметара, док Brockmann-Bauser и сар. (2018) показују да се пертурбационе мере мењају са интензитетом гласа.

Због тога поређење пре и после терапије има највећу валидност када су микрофон, растојање, просторија, задатак, интензитет и софтверска подешавања стандардизовани. Методолошка хетерогеност ових услова ограничава директно поређење апсолутних вредности из различитих студија.

5.4. Софтвери за акустичку анализу гласа

Развој дигиталне технологије омогућио је широку примену софтвера за акустичку анализу гласа. Ови програми омогућавају снимање, визуелизацију и анализу звучног сигнала, као и израчунавање различитих акустичких параметара. У клиничкој и истраживачкој пракси најчешће се помињу Praat, MDVP и други специјализовани програми за анализу гласа.

Избор софтвера зависи од циља анализе, доступности опреме, искуства клиничара и врсте параметара који се желе анализирати. Неки програми су бесплатни и широко доступни, док су други комерцијални и користе се у специјализованим лабораторијама. Важно је нагласити да различити програми могу користити различите алгоритме за израчунавање истих параметара, због чега резултати не морају увек бити директно упоредиви. Магун и сар. (2009) указују да се мере пертурбације могу разликовати у зависности од програма који се користи, што је важно приликом тумачења jitter-a и shimmer-a.

5.4.1. Praat

Praat је један од најпознатијих и најчешће коришћених програма за акустичку анализу гласа и говора. Развили су га Boersma и Weenink, а његова велика предност је у томе што је бесплатан, доступан и применљив у истраживачком, клиничком и образовном раду. Praat омогућава снимање, визуелизацију, сегментацију и анализу звучног сигнала, као и мерење различитих параметара гласа и говора (Boersma и Weenink, 2024).

У програму Praat могу се анализирати основна фреквенција, интензитет, форманти, спектар, спектрограм, HNR и други параметри. Такође је могуће користити различите скрипте за аутоматизовану анализу, што је посебно корисно у истраживањима са већим бројем узорака.

Praat се често користи и за израчунавање савремених параметара и индекса, као што је Acoustic Voice Quality Index, који се добија на основу специјализованих скрипти.

Предност Praat-а је и у томе што омогућава детаљан увид у звучни сигнал. Корисник може видети таласни облик, спектрограм, кретање основне фреквенције и интензитета, што олакшава разумевање промена у гласу. У логопедској дијагностици Praat може бити користан за објективно праћење промена пре и после третмана, али и за едукацију пацијента, јер визуелни приказ сигнала може помоћи пацијенту да боље разуме сопствени глас.

Ипак, резултати добијени у Praat-у зависе од начина подешавања анализе, као што су границе основне фреквенције, избор сегмента за анализу, квалитет снимка и тип гласовног задатка. Због тога је важно да истраживач или клиничар разуме основне принципе рада програма и да подешавања прилагоди гласу који анализира. Нарочито код патолошких гласова, који могу бити нестабилни или апериодични, аутоматска мерења треба проверити и тумачити опрезно.

5.4.2. MDVP

MDVP, односно Multidimensional Voice Program, представља комерцијални програм за акустичку анализу гласа који се често користи у клиничким и истраживачким условима. Он је део система који су развијани за потребе специјализоване анализе гласа и омогућава израчунавање већег броја параметара.

У литератури се MDVP описује као један од стандардних програма за акустичку анализу гласа. Његова предност је у томе што омогућава процену великог броја параметара, укључујући мере повезане са фреквенцијом, интензитетом, шумом, тремором и пертурбацијама гласа. Hegde и сар. (2018) наводе да MDVP омогућава процену више десетина параметара гласа и да се често користи у системима за аутоматско откривање поремећаја гласа.

MDVP је посебно познат по анализи параметара као што су jitter, shimmer, основна фреквенција, различите мере шума и тремора. Због тога је користан у процени дисфоничних гласова, нарочито када је циљ да се добије велики број квантитативних показатеља из једног снимка.

Ипак, као и код других програма, потребан је опрез у тумачењу резултата. Мере попут jitter-а и shimmer-а захтевају релативно стабилан и периодичан сигнал, па код тежих дисфонија могу бити мање поуздане. Такође, резултати добијени у MDVP-у не морају увек бити потпуно упоредиви са резултатима добијеним у Praat-у или другим програмима, јер се алгоритми за мерење могу разликовати (Magun и сар., 2009).

5.4.3. Други програми за анализу гласа

Поред Praat-a и MDVP-a, у клиничкој и истраживачкој пракси користе се и други програми и системи за акустичку анализу гласа. Међу њима се помињу Computerized Speech Lab, Dr. Speech, VoiceSauce, LingWAVES и различити програми развијени у оквиру истраживачких лабораторија. Сваки од ових програма има своје предности, ограничења и специфичне области примене.

Dr. Speech је програм који је коришћен у појединим истраживањима терапијских исхода код пацијената са поремећајима гласа, укључујући анализу основне фреквенције, jitter-a, shimmer-a, HNR-a и других параметара. Овај програм је значајан јер се користио у клиничким студијама које су поредиле глас пре и после терапије.

VoiceSauce и слични истраживачки алати омогућавају детаљнију акустичку и спектралну анализу гласа, али захтевају више техничког знања. У новије време све више се развијају и алати засновани на машинском учењу и вештачкој интелигенцији, који могу анализирати велики број параметара и покушати да аутоматски разликују нормалан и патолошки глас.

Савремени прегледи указују на то да се област акустичке анализе гласа све више помера од једноставних појединачних параметара ка комплекснијим, мултипараметарским и рачунарски подржаним моделима. Ипак, у логопедској дијагностици и праћењу терапије најважније је да програм буде поуздан, доступан, да омогућава понављана мерења и да клиничар зна како да резултате правилно тумачи.

5.5. Основни акустички параметри гласа

Основни акустички параметри гласа представљају мере којима се описују различити аспекти звучног сигнала. Неки параметри односе се на висину гласа, неки на јачину, неки на стабилност вибрације гласница, а неки на однос хармонијске и шумне компоненте. У контексту поремећаја гласа, најчешће се анализирају основна фреквенција, интензитет, jitter, shimmer, HNR, CPP и формантне фреквенције.

5.5.1. Основна фреквенција — F0

Основна фреквенција, односно F0, представља број вибрација гласница у једној секунди и изражава се у херцима. Она је акустички корелат висине гласа. Већа основна фреквенција повезана је са вишим гласом, док је нижа основна фреквенција повезана са нижим гласом.

F0 зависи од дужине, масе и напетости гласница, као и од начина на који их особа користи током фонације. Код мушкараца је основна фреквенција у просеку нижа, код жена виша, а код деце највиша, што је повезано са анатомским и физиолошким разликама у величини и маси гласница.

У клиничкој процени, F0 може указивати на одступања у висини гласа. На пример, код неких функционалних поремећаја глас може бити превише висок или превише низак у односу на

узраст и пол особе. Код неурогених поремећаја може се јавити нестабилност основне фреквенције, док код ендокриних или структурних промена може доћи до трајнијих промена у висини гласа.

При тумачењу F0 важно је узети у обзир говорни задатак, пол, узраст, јачину гласа и индивидуалне карактеристике говорника. Само једна вредност основне фреквенције није довољна за закључивање о поремећају гласа, али у комбинацији са другим параметрима може дати корисне информације о вокалној функцији.

5.5.2. Интензитет гласа

Интензитет гласа односи се на јачину звучног сигнала и најчешће се изражава у децибелима. У клиничком смислу он је повезан са гласноћом, односно са способношћу особе да произведе довољно јак глас за комуникацију. Интензитет зависи од субглотичког притиска, амплитуде вибрације гласница, респираторне подршке и начина употребе гласа.

Смањен интензитет може се јавити код слабости гласница, непотпуног затварања глотиса, неурогених поремећаја, пресбифоније или недовољне респираторне подршке. Са друге стране, превелик интензитет и стално форсирање гласа могу бити повезани са вокалним преоптерећењем и повећаним ризиком за настанак функционалних и органских поремећаја.

Мерење интензитета има одређена ограничења јер резултати зависе од удаљености микрофона, акустике просторије и тога колико се пацијент труди да говори гласно. Због тога је при мерењу интензитета посебно важно контролисати услове снимања. У клиничком праћењу може бити корисно анализирати не само просечан интензитет, већ и способност пацијента да контролише јачину гласа у различитим комуникационим ситуацијама.

5.5.3. Jitter

Jitter представља меру варијације основног периода вибрације гласница из циклуса у циклус. Другим речима, он показује колико је трајање једног вибраторног циклуса различито од трајања следећег. Код стабилне фонације ове разлике су мале, док се код нестабилне или патолошке фонације могу повећати.

Повећане вредности jitter-а могу указивати на неправилност у вибрацији гласница. Оне се често повезују са промуклошћу, храпавошћу и нестабилношћу гласа. Историјски гледано, jitter је један од најчешће коришћених параметара у акустичкој анализи патолошког гласа, јер се претпостављало да неправилност вибрације директно одражава поремећај вокалне функције.

Ипак, jitter има значајна методолошка ограничења. Његово израчунавање зависи од прецизног одређивања појединачних циклуса вибрације, што може бити тешко код изразито дисфоничних или апериодичних гласова. Ако софтвер погрешно препозна циклусе, вредност jitter-а може бити непоуздана. Због тога се у савременој литератури препоручује

опрез у тумачењу jitter-а, нарочито код тежих поремећаја гласа (Bielamowicz и сар., 1996; Maryn и сар., 2009).

У контексту праћења логопедског третмана, смањење jitter-а након терапије може указивати на стабилнију фонацију. Међутим, овај параметар не треба тумачити самостално, већ у комбинацији са shimmer-ом, HNR-ом, CPP-ом, перцептивном проценом и субјективним осећајем пацијента.

5.5.4. Shimmer

Shimmer представља меру варијације амплитуде гласовног сигнала из циклуса у циклус. Док jitter описује нестабилност у трајању вибраторних циклуса, shimmer описује нестабилност у њиховој јачини. Повећане вредности shimmer-а могу указивати на неправилну контролу амплитуде вибрације гласница.

Shimmer се често повезује са слабошћу, промуклошћу, дахтавошћу и нестабилношћу гласа. Код особа са непотпуним затварањем глотиса, органским променама на гласницама или неправилном фонацијом, амплитуда вибрације може варирати више него код здравог гласа.

Као и jitter, shimmer има ограничења. Његова поузданост зависи од квалитета снимка, стабилности сигнала и алгорита који софтвер користи. Различити програми могу дати различите вредности shimmer-а за исти снимак, што је важно приликом поређења резултата из различитих извора. Због тога се препоручује да се у истом истраживању или клиничком праћењу користи исти софтвер и исти поступак анализе.

Смањење shimmer-а након логопедског третмана може указивати на стабилнију и економичнију фонацију. Међутим, као и код jitter-а, његово тумачење треба повезати са другим акустичким и клиничким показатељима.

5.5.5. Harmonics-to-Noise Ratio — HNR

Harmonics-to-Noise Ratio, односно HNR, представља однос хармонијске и шумне компоненте у гласовном сигналу. Хармонијска компонента односи се на правилну, периодичну структуру гласа, док шумна компонента указује на неправилности, турбуленцију и апериодичност. Већа вредност HNR-а обично указује на чистији и стабилнији глас, док нижа вредност може указивати на веће присуство шума.

HNR је посебно користан у процени промуклости и дахтавости гласа. Код непотпуног затварања гласница, део ваздуха може неконтролисано пролазити кроз глотис, што повећава шум у сигналу. Због тога се код дахтавих и промуклих гласова често очекује снижен HNR.

Yumoto, Gould и Baer (1982) описали су HNR као индекс степена промуклости, а каснија истраживања су показала да овај параметар може бити повезан са субјективним оценама тежине промуклости. Ипак, као и други параметри који зависе од процене периодичности сигнала, HNR може бити осетљив на квалитет снимка и стабилност фонације.

У праћењу терапије, повећање HNR-а након логопедског третмана може указивати на бољу хармонијску структуру гласа и мање шумности. Такав налаз може бити посебно значајан ако се истовремено побољша перцептивна оцена гласа и ако пацијент пријављује мањи напор при говору.

Код HNR и NHR параметара смер промене није исти: повећање HNR-а најчешће указује на повољнији однос хармонијске и шумне компоненте, док код NHR-а побољшање подразумева смањење вредности.

5.5.6. Cepstral Peak Prominence — CPP

У раду се CPP користи као општи назив цепстралне мере, док се CPPS (Cepstral Peak Prominence–Smoothed) наводи само када је у оригиналној студији примењена њена изглађена варијанта. Ове две ознаке се зато не користе као потпуно заменљиве.

Cepstral Peak Prominence, односно CPP, представља једну од савременијих и поузданијих акустичких мера квалитета гласа. CPP се добија цепстралном анализом, која процењује степен хармонијске организованости гласовног сигнала. Код гласа са јасном и правилном хармонијском структуром цепстрални врх је израженији, док је код дисфоничног, шумног или аperiодичног гласа мање изражен.

У односу на jitter и shimmer, CPP има важну предност: не захтева савршено стабилан и периодичан сигнал. Због тога је применљивији код тежих дисфонија, код којих традиционалне мере пертурбације могу бити непоуздане. Савремена литература све више истиче CPP и CPPS као робусније мере за процену дисфоније и општег квалитета гласа (Neman-Ackah и сар., 2002; Neman-Ackah и сар., 2003; Barsties v. Latoszek и сар., 2021).

CPP је повезан са перцептивном проценом квалитета гласа. Истраживања су показала да ниже вредности CPP-а могу бити повезане са већом тежином дисфоније, дахтавошћу и смањеном хармонијском структуром гласа. Hillenbrand и сар. (1994) показали су да цепстралне мере могу бити повезане са слушним оценама дахтавости, што је допринело већој клиничкој употреби ових мера.

У последњим годинама све више се препоручује употреба цепстралних мера као допуна или алтернатива традиционалним параметрима као што су jitter и shimmer. То је посебно важно у клиничкој пракси, јер дисфонични гласови често нису довољно периодични да би класичне мере биле поуздане. Због тога CPP има значајну улогу у савременој акустичкој анализи гласа, нарочито у праћењу промена након терапије.

CPP, односно CPPS када се користи изглађена варијанта, посебно је значајан код умерене и изражене дисфоније, јер не захтева поуздано издвајање сваког глоталног циклуса. Новија истраживања показују да може бити осетљив на терапијску промену и у продуженом вокалу и у повезаном говору (Fujiki и сар., 2023; Hofman и сар., 2023). Због тога CPP има важно

место у савременој објективној процени, али се мора тумачити у оквиру мултидимензионалне процене.

5.5.7. Формантне фреквенције

Формантне фреквенције представљају резонантне фреквенције вокалног тракта. Док основна фреквенција настаје на нивоу гласница, форманти настају као резултат обликовања звука у ждрелу, усној и носној дупљи. Они су посебно значајни за разликовање вокала и разумљивост говора.

Најчешће се анализирају први и други формант, односно F1 и F2. Први формант је повезан са отвореношћу вокала, док је други формант повезан са положајем језика напред-назад. У акустичкој анализи гласа форманти нису увек примарни параметри за процену дисфоније, али су значајни за разумевање односа између гласа, резонанце и артикулације.

Формантне фреквенције могу бити важне у анализи говорне продукције, нарочито када се процењује квалитет резонанце, артикулација или промене у вокалном тракту. Код поремећаја гласа који укључују промене у резонанци, напетости вокалног тракта или начину артикулације, анализа форманата може дати додатне информације.

У контексту овог рада, форманти имају мањи значај од параметара као што су F0, jitter, shimmer, HNR и CPP, јер се тема првенствено односи на акустичку анализу гласа пре и после логопедског третмана. Ипак, њихово кратко објашњење је важно јер показује да гласовни сигнал није одређен само вибрацијом гласница, већ и резонантним карактеристикама вокалног тракта.

5.5.8. Мултипараметарски акустички индекси

Acoustic Voice Quality Index (AVQI) интегрише више акустичких карактеристика продуженог вокала и повезаног говора. Његова предност је што квалитет гласа не своди на једну особину сигнала. Maryn, De Bodt и Roy (2010) поставили су основу за његову примену у процени терапијских исхода, а новије студије показују побољшање AVQI после терапије (Hofman и сар., 2023) и специфичну корист LSVT LOUD код Паркинсонове болести (Моуа-Галé и сар., 2024). Поред AVQI, користе се ABI и други мултипараметарски приступи. Граничне вредности зависе од језика, говорног материјала и верзије алгорита.

5.6. Предности и ограничења акустичке анализе

Акустичка анализа има бројне предности у процени гласа. Она је неинвазивна, релативно брза, погодна за понављана мерења и омогућава објективно документовање промена. Посебно је корисна у праћењу логопедског третмана, јер омогућава да се резултати пре и после терапије упореде на основу истих параметара.

Једна од највећих предности акустичке анализе јесте могућност квантитативног праћења терапијског напретка. На пример, ако након третмана дође до смањења jitter-а и shimmer-а, повећања HNR-а или CPP-а и стабилизације основне фреквенције, то може указивати на бољу вокалну функцију. Ови подаци могу допунити перцептивну процену и самопроцену пацијента.

Акустичка анализа је корисна и у истраживањима, јер омогућава систематско поређење група испитаника, различитих врста поремећаја гласа и ефеката различитих терапијских приступа. Такође, савремени развој ове области укључује мултипараметарске индексе као што су Acoustic Voice Quality Index, Cepstral Spectral Index of Dysphonia и Acoustic Breathiness Index. Ови индекси комбинују више параметара и могу дати свеобухватнију процену квалитета гласа од појединачних мера (Maryn и сар., 2010; Barsties v. Latoszek и сар., 2021).

AVQI је посебно значајан јер комбинује анализу продуженог вокала и континуираног говора. На тај начин покушава да превазиђе ограничење традиционалне анализе која се често заснива само на изолованом вокалу. Maryn, De Bodt и Roy (2010) описују AVQI као мултипараметарски индекс намењен објективној процени укупног квалитета гласа и праћењу терапијских исхода.

Ипак, акустичка анализа има и ограничења. Прво, резултати зависе од услова снимања. Позадинска бука, другачија удаљеност од микрофона, различит интензитет говора или различита просторија могу утицати на резултате. Друго, различити програми могу користити различите алгоритме, због чега резултати не морају увек бити упоредиви. Треће, неки параметри, посебно jitter и shimmer, нису поуздани код јако нестабилних или тешко дисфоничних гласова.

Још једно ограничење је то што акустички параметри не могу увек јасно да покажу узрок поремећаја. Сличне акустичке промене могу настати код различитих патологија. На пример, повећан шум у гласу може бити последица органске промене, функционалне хиперфункције, неурогеног поремећаја или непотпуног затварања плотиса. Због тога акустичка анализа не може заменити фонијатријски преглед, ларингоскопију, перцептивну процену и анамнезу.

Савремена литература све више наглашава да традиционалне мере као што су jitter, shimmer и HNR, односно NHR када студија користи инверзну меру, имају клиничку вредност, али да их треба тумачити опрезно. Због њихове осетљивости на периодичност сигнала, услове снимања и софтверске алгоритме, све већи значај добијају цепстралне мере као што су CPP и CPPS, као и мултипараметарски индекси као што су AVQI, CSID и ABI (Heman-Ackah и сар., 2003; Maryn и сар., 2010; Barsties v. Latoszek и сар., 2021).

У последњим годинама развијају се и приступи засновани на машинском учењу и вештачкој интелигенцији. Ови системи могу анализирати велики број акустичких параметара и користити их за аутоматско разликовање нормалног и патолошког гласа. Hegde и сар. (2018) описују развој система за аутоматско откривање поремећаја гласа, у којима се гласовни сигнал претвара у акустичке карактеристике, а затим анализира различитим алгоритмима

машинског учења. Ипак, у контексту логопедске дијагностике ови приступи треба да се посматрају као допуна, а не као замена за клиничко расуђивање.

У оквиру теме овог мастер рада, најважнија вредност акустичке анализе је у томе што омогућава објективно праћење промена гласа пре и после логопедског третмана. Међутим, резултати акустичке анализе имају највећи значај када се повежу са перцептивном проценом, самопроценом пацијента и функционалним побољшањем у свакодневној комуникацији. На тај начин акустичка анализа постаје део ширег, клинички корисног и научно утемељеног приступа процени гласа.

6. Логопедски третман поремећаја гласа

Термин „логопедски третман гласа“ у овом раду користи се као кровни појам за логопедску интервенцију усмерену на поремећај гласа. Израз „терапија гласа“ задржава се када се описује конкретан терапијски приступ или када одговара терминологији оригиналне студије.

Логопедски третман поремећаја гласа представља важан део рехабилитације особа са дисфонијом, нарочито онда када поремећај није условљен стањем које захтева искључиво хируршко или медикаментозно лечење. Терапија гласа усмерена је на побољшање квалитета гласа, смањење вокалног напора, успостављање економичније фонације и унапређење функционалне комуникације. Поремећаји гласа могу значајно утицати на свакодневни живот, професионално функционисање, социјалне односе и психолошко стање особе, због чега третман има не само гласовни, већ и шири комуникативни и психосоцијални значај.

Савремена литература указује да терапија гласа може бити прва линија третмана код многих пацијената са дисфонијом, посебно код функционалних поремећаја гласа и бенигних промена на гласницама које су повезане са неправилном или прекомерном употребом гласа. У зависности од узрока поремећаја, логопедски третман може бити самосталан, може претходити медицинском или хируршком лечењу, може се спроводити након хируршке интервенције, или може имати превентивну улогу код особа које професионално користе глас.

У теорији и пракси, приступи у терапији гласа најчешће се деле на индиректне и директне. Индиректни приступи обухватају едукацију, вокалну хигијену, промену штетних вокалних навика и саветовање. Директни приступи подразумевају конкретне вежбе и технике којима се утиче на дисање, фонацију, резонанцу, мишићну напетост и начин употребе гласа. Најбољи резултати се често постижу комбиновањем више приступа, јер поремећај гласа ретко има само један узрок.

6.1. Циљеви логопедског третмана гласа

Основни циљ логопедског третмана гласа је успостављање што ефикасније, стабилније и мање напорне фонације. То не значи увек постизање „идеалног“ гласа, већ постизање најбоље могуће вокалне функције у складу са стањем пацијента, врстом поремећаја и

комуникативним потребама. Ramig и Verdolini (1998) наводе да је циљ третмана гласа максимално повећање вокалне ефикасности у оквиру постојећег поремећаја и смањење негативног утицаја који поремећај гласа има на живот особе.

Циљеви третмана могу се разликовати у зависности од типа поремећаја. Код функционалних поремећаја гласа циљ је смањење неправилне употребе гласа, прекомерне мишићне напетости и вокалног напрезања. Код органских промена, као што су нодули или полипи, циљ може бити смањење вокалног оптерећења, побољшање технике фонације и спречавање погоршања или поновног јављања проблема. Код неурогених поремећаја циљ је често побољшање јачине, стабилности и разумљивости гласа, док код психогених поремећаја третман може укључивати и сарадњу са психологом или психијатром.

Поред побољшања самог гласа, важан циљ терапије је и побољшање квалитета живота. Особа која има поремећај гласа често избегава разговоре, јавне наступе, телефонску комуникацију или професионалне ситуације у којима мора дуже да говори. Због тога успешан третман не подразумева само боље акустичке или перцептивне резултате, већ и већу сигурност у говору, мањи страх од употребе гласа и лакшу комуникацију у свакодневном животу.

Терапијски циљеви треба да буду индивидуализовани. Није исто радити са наставником, певачем, дететом са вокалним нодулима, особом са Паркинсоновом болешћу или пацијентом након хируршке интервенције на гласницама. Логопед процењује почетно стање, вокалне захтеве, навике пацијента, мотивацију и могућност промене вокалног понашања, а затим на основу тога планира терапијски програм.

6.2. Индиректни приступи у терапији гласа

Индиректни приступи у терапији гласа усмерени су на промену услова и понашања која негативно утичу на глас. Они не делују директно кроз извођење фонационих вежби, већ кроз едукацију пацијента, усвајање здравијих вокалних навика и смањење фактора који могу довести до оштећења или преоптерећења гласница.

Ови приступи су важни јер многи поремећаји гласа настају или се одржавају због неправилне употребе гласа, недовољне хидратације, честог прочишћавања грла, викања, дуготрајног говорења у буци, пушења, рефлукса или недовољног вокалног одмора. Ако се ови фактори не препознају и не промене, ефекти директних вежби могу бити ограничени.

У литератури се наглашава да вокална хигијена и едукација пацијента представљају важан део третмана, али да најбоље резултате често дају када се комбинују са директним терапијским техникама. Нова мета-анализа показује да су многи ефикасни приступи били мултимодални, односно да су комбиновали вокалну хигијену, фасилитативне технике, мануелне технике и друге директне облике терапије.

6.2.1. Вокална хигијена

Вокална хигијена подразумева скуп препорука и навика које имају за циљ очување здравља гласница и смањење вокалног оптерећења. Она обухвата довољан унос течности, избегавање викања и форсираног говора, смањење честог прочишћавања грла, избегавање пушења и иритативних супстанци, контролу рефлукса и планирање вокалног одмора.

Вокална хигијена је посебно важна код професионалних корисника гласа, као што су наставници, певачи, глумци, водитељи и други који свакодневно користе глас у дужем временском периоду. Код ових особа није довољно само лечити постојећи поремећај, већ је потребно спречити поновно преоптерећење гласа.

Ramig и Verdolini (1998) наводе да програми вокалне хигијене укључују едукацију о здравој употреби гласа, оптималну употребу гласа, елиминацију штетних навика и повећање хидратације. У појединим студијама вокална хигијена је довела до побољшања гласа, али се њен ефекат сматра јачим када је део ширег програма који укључује и директне гласовне технике.

Важно је нагласити да вокална хигијена није само списак савета, већ део терапијског процеса. Пацијент треба да разуме зашто су одређене навике штетне и како се могу заменити здравијим облицима понашања. На пример, особа која често прочишћава грло може научити да уместо тога попије гутљај воде, прогута пљувачку или употреби блажу технику кашљања.

6.2.2. Едукација пацијента

Едукација пацијента представља важан део логопедског третмана гласа. Њен циљ је да пацијент разуме како глас настаје, шта доводи до поремећаја, које навике погоршавају стање и како може активно учествовати у терапији. Без разумевања сопственог проблема, пацијент теже мења понашање и мање је мотивисан за редовно вежбање.

У едукацији се пацијенту објашњавају основни принципи фонације, улога дисања, гласница и резонанце, као и значај правилне употребе гласа. Такође се разговара о факторима ризика, као што су пушење, алкохол, рефлукс, сув ваздух, алергије, бука у радном окружењу и претерано говорење.

Едукација је посебно значајна код пацијената који мисле да је проблем гласа искључиво „механички” или да ће се решити само лековима. Код функционалних поремећаја гласа често је потребно објаснити да начин употребе гласа има велики утицај на настанак и одржавање симптома. Због тога пацијент треба да постане свестан сопственог вокалног понашања и да постепено усваја нове навике.

Поред објашњења, едукација укључује и постављање реалних очекивања. Пацијент треба да зна да побољшање гласа често захтева време, редовно вежбање и примену научених техника у свакодневном говору. Терапија није успешна само ако пацијент добро изведе вежбу у кабинету, већ ако нови начин употребе гласа пренесе у реалне комуникационе ситуације.

6.2.3. Промена штетних вокалних навика

Промена штетних вокалних навика један је од најважнијих делова индиректне терапије гласа. Штетне навике могу укључивати често викање, говор преко буке, дуготрајно говорење без паузе, шапутање, прочишћавање грла, сувише јак почетак фонације, говор у неповољном положају тела и недовољан вокални одмор.

Посебно је важно нагласити да шапутање није увек одмор за глас. Код неких особа шапат може повећати напор и додатно оптеретити ларинкс, па се пацијентима често саветује да уместо шапутања користе тих, али звучан и опуштен глас. У третману се ради на томе да пацијент препозна ситуације у којима прекомерно оптерећује глас и да постепено уведе алтернативна понашања.

Промена навика је често тежа од самог учења вежби. Пацијент може брзо научити технику у терапијском окружењу, али је изазов да је примени када је у учионици, на послу, у разговору са више људи или у бучном простору. Због тога логопед постепено уводи задатке који подсећају на реалне комуникационе ситуације.

Успешна промена вокалних навика захтева континуитет. Пацијент треба да прати када се симптоми погоршавају, које ситуације доводе до вокалног замора и које стратегије му помажу. На тај начин терапија постаје практична и усмерена на свакодневни живот, а не само на извођење вежби током сеансе.

6.3. Директни приступи у терапији гласа

Директни приступи у терапији гласа подразумевају примену конкретних техника и вежби које утичу на начин продукције гласа. Они су усмерени на дисање, фонацију, резонанцу, мишићну напетост, положај вокалног тракта и стабилност гласа. За разлику од индиректних приступа, који мењају услове и навике, директни приступи непосредно вежбају нови начин употребе гласа.

У савременој терапији гласа користе се различити директни приступи, као што су вежбе дисања, релаксација, резонантна терапија гласа, вежбе полуоклузије вокалног тракта, вокалне функционалне вежбе, stretch-and-flow, flow phonation, мануелна циркумларингеална терапија и друге фасилитативне технике. Избор технике зависи од врсте поремећаја, степена напетости, присуства органске промене, способности пацијента да модификује глас и терапијског циља.

Мета-анализа која је обухватила више терапијских приступа код функционалних поремећаја гласа показала је да више интервенција може довести до значајног побољшања перцептивне оцене дисфоније. Посебно су се издвојили приступи који комбинују више елемената терапије, као што су вокална хигијена, фасилитативне технике, мануелна терапија и вежбе усмерене на ефикаснију фонацију.

6.3.1. Вежбе дисања

Вежбе дисања имају значајну улогу у терапији гласа јер је фонација директно повезана са респираторном подршком. Глас настаје када ваздух из плућа пролази кроз глотис и покреће гласнице на вибрацију. Ако дисање није добро координисано са фонацијом, глас може бити слаб, напрегнут, нестабилан или брзо заморљив.

Циљ вежби дисања није само да пацијент „дише дубље”, већ да научи да контролише издисај током говора. Код неких пацијената јавља се говор на крају издисаја, што доводи до напрезања. Код других је присутно плитко дисање, подизање рамена или недовољна подршка при дужим исказима. Логопед зато ради на бољој координацији дисања и гласа.

Вежбе могу укључивати свесност о дисању, продужени издисај, контролу издисаја током фонације, повезивање дисања са речима и реченицама, као и преношење ових образаца у спонтани говор. Код професионалних корисника гласа посебно је важно да дисање омогући стабилан глас и довољну издржљивост током дужег говорења.

У терапији неурогених поремећаја, као што је Паркинсонова болест, рад на дисању и јачини гласа може бити део интензивнијих програма. У класичном раду о ефикасности третмана гласа описани су приступи као што је Lee Silverman Voice Treatment, који укључује повећање вокалног напора, јачине гласа и бољу самоконтролу гласа код особа са Паркинсоновом болешћу.

6.3.2. Вежбе релаксације

Вежбе релаксације имају циљ да смање прекомерну мишићну напетост која може негативно утицати на продукцију гласа. Код многих особа са функционалном дисфонијом јавља се повећана напетост у пределу врата, рамена, вилице, језика и ларинкса. Та напетост може довести до напрегнутог гласа, осећаја стезања, бола, вокалног замора и смањене флексибилности гласа.

Релаксација може бити општа и локална. Општа релаксација усмерена је на смањење телесне напетости и побољшање свести о телу. Локална релаксација усмерена је на мишиће који директно или индиректно учествују у фонацији, нарочито на врат, рамена, вилицу и ларингеалну регију.

У терапији се могу користити различите технике: лагано истезање, опуштање рамена и врата, масажа, вежбе положаја тела, yawn-sigh техника, као и мануелне технике усмерене на смањење напетости око ларинкса. Ramig и Verdolini (1998) наводе да су релаксација, ларингеална масажа и мануелно смањење мишићне напетости описивани као корисни приступи код хиперфункционалних и функционалних поремећаја гласа.

Посебно значајна техника је мануелна циркуларингеална терапија, која има циљ да смањи напетост мишића око ларинкса. Новија мета-анализа издваја мануелну циркуларингеалну

терапију као један од приступа који може допринети смањењу перцептивне тежине дисфоније, мада се резултати морају тумачити у складу са квалитетом доказа у појединим студијама.

6.3.3. Резонантна терапија гласа

Резонантна терапија гласа усмерена је на постизање гласа који се производи са што мање напора, уз осећај вибрације у предњем делу усне дупље, лицу или маски. Основна идеја овог приступа је да се постигне јасан, звучан и економичан глас без претераног притиска на гласнице.

Ова терапија се често користи код функционалних поремећаја гласа, вокалног замора, мишићно-тензионе дисфоније и вокалних нодула. Вежбе могу почети од хумовања, сонорних гласова, слогова и кратких речи, а затим се постепено преносе на реченице, читање и спонтани говор. Циљ је да пацијент осети разлику између напетог, грленог гласа и лакшег, резонантнијег гласа.

У прегледима терапијских модалитета наводи се да резонантна терапија може имати позитивне ефекте на квалитет гласа, вибрацију гласница, затварање глотиса, флексибилност говора, фонациони напор и функционалну комуникацију.

Резонантна терапија је значајна и зато што пацијенту даје јасан сензорни циљ. Уместо да само покушава да „говори боље”, пацијент учи да препозна осећај лакше и ефикасније фонације. Овај сензорни аспект је важан за преношење новог начина гласа у свакодневну комуникацију.

6.3.4. Вежбе полуоклузије вокалног тракта

Вежбе полуоклузије вокалног тракта, познате као SOVT вежбе, подразумевају фонацију при делимичном затварању вокалног тракта. То могу бити вежбе кроз сламчицу, фонација у цевчици, фонација у води, lip trill, tongue trill, звучни фрикативи или хумовање. Циљ ових вежби је да се смањи вокални напор и постигне ефикаснија интеракција између гласница и вокалног тракта.

Код SOVT вежби долази до промене притиска и резонантних услова у вокалном тракту, што може олакшати вибрацију гласница и смањити прекомерно сударање гласница. Због тога се ове вежбе често користе код мишићно-тензионе дисфоније, вокалног замора и професионалних корисника гласа.

У новијој мета-анализи као посебни приступи издвојени су water resistance therapy и tube in air phonation. Код water resistance therapy цевчица се потапа у воду, док се код tube in air phonation користи цевчица чији је крај у ваздуху. Оба приступа припадају широј групи техника које користе полуоклузију вокалног тракта и имају за циљ побољшање вокалне ефикасности.

Ове вежбе су практичне јер пацијент често брзо осети разлику у напору и квалитету гласа. Могу се користити као загревање, као део терапијске сеансе или као кратке вежбе за самосталан рад код куће. Ипак, као и код других техника, важно је да логопед правилно дозира вежбе и прилагоди их стању пацијента.

6.3.5. Вокалне функционалне вежбе

Вокалне функционалне вежбе представљају структуриран програм чији је циљ јачање, балансирање и координација вокалног механизма. Оне се често описују као „физиотерапија за глас”, јер имају за циљ да побољшају снагу, издржљивост и ефикасност фонације.

Ове вежбе могу укључивати продужену фонацију, клизање гласа навише и наниже, одржавање тона на различитим висинама и контролу гласа у одређеним задацима. Циљ није форсирање гласа, већ развијање стабилније и економичније вокалне функције.

Вокалне функционалне вежбе користе се код различитих поремећаја гласа, нарочито код функционалних дисфонија и вокалног замора. Истраживања наведена у савременим прегледима показују да ове вежбе могу довести до побољшања квалитета гласа и смањења поремећаја у гласовном сигналу. У новијој мета-анализи вокалне функционалне вежбе издвојене су као један од приступа који је показао значајне позитивне ефекте на перцептивну оцену гласа.

У контексту овог мастер рада, вокалне функционалне вежбе су важне јер се њихови ефекти могу пратити пре и после третмана кроз перцептивну процену, самопроцену пацијента и акустичку анализу. Побољшање стабилности фонације може се одразити на параметре као што су jitter, shimmer, HNR или CPP, али се ови параметри не тумаче изоловано, већ као део шире процене гласа.

6.4. Улога логопеда у третману поремећаја гласа

Улога логопеда у третману поремећаја гласа је вишеструка. Логопед процењује глас, анализира вокалне навике, планира терапију, спроводи директне и индиректне технике, прати напредак и помаже пацијенту да нови начин употребе гласа пренесе у свакодневну комуникацију.

Логопед не ради само на „поправљању” гласа, већ на целокупном вокалном понашању. То подразумева да пацијент научи како да користи глас без претераног напора, како да препозна знаке вокалног замора, како да избегне штетне навике и како да примени нове технике у реалним ситуацијама. Због тога је терапија гласа процес учења, а не само извођење изолованих вежби.

Важан део улоге логопеда је сарадња са другим стручњацима, нарочито са оториноларингологом и фонијатром. Пре почетка терапије важно је знати да ли постоји органска промена, неуролошки поремећај, рефлукс, упала, парализа гласница или стање које

захтева медицински третман. Код сложенијих случајева може бити потребна сарадња са психологом, психијатром, неурологом или вокалним педагогом.

Ramig и Verdolini (1998) наглашавају да логопедски третман може бити главни третман када медицинска интервенција није потребна, почетни третман када се жели избећи или одложити хирургија, део пре и после хируршког лечења, као и превентивна мера за очување вокалног здравља. Овај став показује да логопед има важну улогу у различитим фазама збрињавања поремећаја гласа.

Логопед такође има улогу у праћењу исхода терапије. Промене се могу пратити кроз субјективне упитнике, перцептивну процену, акустичку анализу и функционалне показатеље, као што су лакше говорење, мањи замор, боља издржљивост гласа и већа сигурност у комуникацији. Управо овај део је важан за тему рада, јер повезује логопедски третман са проценом гласа пре и после терапије.

6.5. Очекивани исходи логопедског третмана гласа

Очекивани исходи логопедског третмана зависе од врсте поремећаја, трајања симптома, мотивације пацијента, присуства органских или неуролошких фактора, као и од редовности вежбања. Код неких пацијената побољшање може бити брзо и изражено, док је код других потребан дужи период терапије или комбиновани медицинско-логопедски приступ.

Најчешћи очекивани исходи су побољшање квалитета гласа, смањење промуклости, смањење вокалног напора, боља стабилност гласа, већа јачина гласа, продужено време фонације, мањи вокални замор и боља функционална комуникација. Пацијент може пријавити да лакше говори, да га глас мање замара, да има већу контролу над гласом и да се сигурније укључује у разговоре.

Савремени прегледи указују да терапија гласа може довести до побољшања самопроцене гласа, перцептивне оцено, акустичких параметара и квалитета живота. У појединим студијама након терапије су забележена побољшања у VHI/VHI-10 резултатима, смањење jitter-а и shimmer-а, побољшање HNR-а и CPP-а, као и боље оцено квалитета гласа од стране стручњака.

Новија мета-анализа показала је да је више терапијских интервенција довело до значајног побољшања перцептивне оцено дисфоније код функционалних поремећаја гласа. Међу приступима који су показали значајне ефекте налазе се мултимодални програми, фасилитативне технике, мануелна циркуларингеална терапија, вокалне функционалне вежбе, water resistance therapy и tube in air phonation. Ипак, аутори истичу да се квалитет доказа разликује међу приступима и да су потребна даља истраживања.

У практичном смислу, успешан исход не треба мерити само тиме да ли је глас „лепши”, већ да ли пацијент може функционалније да га користи. Ако наставник може да одржи час без израженог замора, ако певач има бољу контролу гласа, ако пацијент говори са мање напора

или ако особа са дисфонијом поново учествује у социјалним ситуацијама, то представља важан терапијски успех.

У контексту теме овог мастер рада, најважније је да се исходи третмана могу пратити пре и после терапије. Акустичка анализа може показати мерљиве промене у гласу, али се оне морају тумачити заједно са перцептивном проценом, самопроценом пацијента и клиничким утиском логопеда. На тај начин третман поремећаја гласа добија и практичну и научну вредност, јер се терапијски напредак може описати и квалитативно и квантитативно.

7. Резултати структурисаног прегледа и анализа истраживања

7.1. Избор и карактеристике студија

У централну анализу укључено је 14 оригиналних пре–пост истраживања. Теоријски извори, смернице, уџбеници, прегледни радови и софтверски извори нису третирано као аналитички узорак. Анализиране студије разликују се по узрасту, дијагнози, терапији, трајању, говорном задатку, софтверу и акустичким исходима.

Табела 1. Преглед оригиналних истраживања укључених у анализу

Аутор/г од.	N / узраст	Дијагноза	Терапија	Траја ње	Софтвер	Говорни задатак	Параметри	Главни резултати	Контрола/п раћење	Ограниче њ а
Niebude k- Bogusz и сар., 2008	N=51; жене, наставнице	професионална дисфонија	стандардизован вокални тренинг + вокална хигијена; поређење са вокалном хигијеном	1× недељно, 45 min; просечно 3 месеца	IRIS software for phoniatrics (метод акустичке анализе описан у претходном раду исте истраживачке групе)	вокални тест оптерећења; фонација пре/после оптерећења	F0, jitter, RAP, PPQ, shimmer, APQ, NHR, MPT	веће побољшање стабилности и више акустичких исхода у групи са тренингом	контролна група; пре–пост	професионална, искључиво женска популација
Valadez и сар., 2012	N=20; деца	вокални нодули	терапија гласа уз визуелну повратну информацију	2× недељно, 45 min; 20 недеља	Speech Viewer III	вокални задаци / акустички узорци	F0, jitter, shimmer и др.	значајно побољшање акустичких параметара; нодули након третмана нису били уочљиви	лонгитудинално пре–пост	мали педијатријски узорак
Chhetri и Gautam, 2015	N=61	различите ларингеалне патологије	терапија гласа	1–3 месеца; 16 сесија по 30 min; 2× недељно први месец	Dr. Speech, ver. 4	продужена фонација	F0, jitter, shimmer, HNR, NNE	значајне промене већине параметара; група са полипима без јасног побољшања	пре–пост	хетерогене дијагнозе; без контролне групе

				затим 1× неде љно						
Rodríguez-Parrá и сар., 2009	N=21 са дисфонијом + 21 здрава контрола	хетерогена дисфонија	директна терапија гласа	2× недељно током 3 месеца	Multi-Speech 3700, KAY Elemetric s	/a/, /s/ и повезани говор	jitter, shimmer, HNR, MPT/MET/MPT S + мултидимензионалне мере	jitter и више функционалних/ клиничких мера осетљиви на терапију; ефекти одржани	здрава контрола; праћење до 4 месеца после третмана	хетерогена клиничка група
Meerschman и сар., 2019	N=35; просек 21 год.	дисфонија	lip trill, WRT или straw phonation; sham контрола	3 недеље	Praat 6.0.14	стандардизовани вокални задаци	DSI, AVQI + перцептивни и VHI исходи	lip trill и straw побољшали DSI; различити исходи по SOVT програму	блок-рандомизована sham-контрола	мали узорак; кратко трајање
Kaneko и сар., 2020	N=16; 8 певача/8 непевача	функционална дисфонија, нодули, атрофија	SOVT	није наведено	није наведено	вокални задаци	jitter, shimmer + аеродинамичке/формантне мере	jitter и shimmer побољшани у обе групе	пре-пост	врло мали и дијагностички хетероген узорак
Guzman и сар., 2020	N=34; 20 интервенција/14 контрола	бихејвиорална дисфонија	физиолошка SOVT терапија + вокална хигијена vs само хигијена	8 сесија	није наведено	7 фонаторних задатака са 4 SOVT варијанте	акустичке, аеродинамичке, EGG мере + VHI/VoIs/VTDS	најјаче промене у аеродинамичким и функционалним исходима; мање у објективним акустичким мерама	рандомизована контрола	умерен узорак; акустичке промене мање изражене
Watts и сар., 2015	N=20 завршило; 10/10	примарна мишићно-тензиона дисфонија	stretch-and-flow + вокална хигијена vs вокална хигијена	1× недељно током 6 недеља	CSL / ADSV (KayPEN TAX)	продужен и вокал + повезани говор	CPP, VHI, MPT, s/z	значајно побољшање вокалне функције и хендикеп у интервенционој групи	RCT	мали узорак
Watts и сар., 2019	N=21; SnF=12, RVT=9	примарна мишићно-тензиона дисфонија	stretch-and-flow vs резонантна терапија гласа	6 сесија / 6 недеља	Praat	продужен и вокал + повезани говор	AVQI, CPPS, VHI, CAPE-V	обе терапије побољшале VHI, AVQI и CPPS; без значајне међугрупне разлике	RCT	мали узорак; без нетретиране контроле
Rangaratnam и сар., 2023	N=17; 9/8	примарна мишићно-тензиона дисфонија	flow phonation + хигијена; одложено увођење flow phonation у контроли	12 сесија / 6 недеља	MDVP / Computerized Speech Lab (CSL); Phonator у Aerodynamic System (KAYPen tax)	cup-bubble, gargling, stretch-and-flow	акустичке, аеродинамичке, CAPE-V, VHI	перцептивно побољшање; акустичке/аеродинамичке промене нису достигле статистичку значајност	RCT; мерења у 3 тачке	мали узорак; crossover/одложени третман компликује поређење
Antonetti и сар., 2023	N=18; 9/9; 18–50 год.	бихејвиорална дисфонија	SOVTE терапијски програм vs Vocal Function Exercises	2× недељно током 4 недеље	није наведено	стандардизовани вокални задаци	F0, jitter, shimmer, NHR, CPPS, спектралне мере	самопроцена се побољшала; без убедљивих разлика у акустичким мерама између програма	рандомизовано, заслепљено; праћење 1 месец	врло мали узорак

Hofman и сар., 2023	N=22; просек 49,9 год.	функционална, органофункционална и органска дисфонија	индивидуализована терапија гласа	4–22; просек 10,04 сесије	Audacity + Praat 6.0.40	/a/ + бројање 1–10	CPPS, AVQI + перцептивна процена	CPPS↑, AVQI↓ и перцептивно побољшање	ретроспективно пре-пост	мали, дијагностички хетероген узорак; неуједначен број сесија
Fujiki и сар., 2023	N=129 вокал; 47 повезани говор; 3,1–17,5 год.	деца са бенигним лезијама гласница	индивидуализована директна + индиректна терапија	просек 6 сесија (2–13); 2–18 недеља	CSL KayPEN TAX 4500; MDVP + ADSV	продужен и вокал + повезани говор	CAPE-V, jitter, shimmer, NHR, CPP, LHR	CAPE-V, jitter, NHR и CPP значајно побољшани	ретроспективна кохорта	различит број узорака по задацима; без рандомизације
Moysa-Galé и сар., 2024	N=65 PD: 23/20/22 + 20 здравих пре третмана	Паркинсонова болест	LSVT LOUD vs LSVT ARTIC vs без третмана	16 сесија / 1 месец	Praat / AVQI v03.01	продужен и вокал + повезани говор	AVQI, SPL	најдоследније побољшање AVQI и SPL у LSVT LOUD; ефекат одржан на праћењу	RCT; 6-месечно праћење	AVQI је секундарни исход; третман није заслепљен

7.2. Разлике између терапијских приступа

Интервенције не треба обједињавати под једним називом „логопедски третман“. Вокална хигијена је индиректни приступ; SOVT, резонантна терапија и вокалне функционалне вежбе представљају директне/физиолошке приступе; LSVT LOUD код Паркинсонове болести има специфичан циљ повећања вокалног интензитета. Рандомизована истраживања SOVT протокола показују да функционални и субјективни исходи могу да се побољшају и када акустичке међугрупне разлике нису изражене. То упозорава да се ефикасност терапије не сме процењивати једним параметром.

7.3. Разлике између клиничких популација

Деца са вокалним нодулима, одрасли са функционалном или мишићно-тензионом дисфонијом, особе са органским променама и особе са Паркинсоновом болешћу представљају различите клиничке групе. Код деце су у новијим студијама забележена побољшања CAPE-V, jitter-a, NHR-a и CPP-a, али не у свим истраживањима. Код функционалних поремећаја директна терапија чешће побољшава стабилност фонације. Код органских промена структурни узрок може ограничити нормализацију акустичког сигнала. Код Паркинсонове болести посебно су важни интензитет, функционалност и одрживост ефекта.

7.4. Клиничка вредност параметара

Jitter и shimmer често реагују на терапију, али зависе од периодичности и услова снимања. HNR допуњује процену шумности, док се NHR задржава када је то мера оригиналне студије. CPP, а CPPS када је примењена изглађена варијанта, имају предност код мање периодичних сигнала и повезаног говора. AVQI и други мултипараметарски индекси интегришу више особина сигнала. Ниједна мера сама по себи није довољна за закључак о терапијском успеху.

7.5. Методолошки квалитет анализираних студија

Квалитет доказа је неуједначен: део студија има рандомизацију и контролне групе, а део је ретроспективан и без контроле. Ограничења укључују мале или хетерогене узорке, различито трајање терапије, различите услове снимања и софтвере, као и кратко или непостојеће праћење. Студије са контролом, хомогенијим узорком и дужим праћењем пружају јачу основу за генерализацију.

У оквиру анализираног узорка највећу снагу доказа имају рандомизована контролисана истраживања са јасно дефинисаним интервенцијама, контролним условима и мултидимензионалним исходима, посебно Watts и сар. (2015, 2019), Guzman и сар. (2020), Antonetti и сар. (2023), Rangarathnam и сар. (2023) и Moya-Galé и сар. (2024). Њихов дизајн омогућава поузданије приписивање уочених промена интервенцији, иако су у већини узорци и даље релативно мали. Умерену снагу доказа пружају контролисане или проспективне пре–пост студије као што су Niebudek-Bogusz и сар. (2008), Rodríguez-Parra и сар. (2009) и Meerschman и сар. (2019). Резултате ретроспективних и клинички хетерогених узорака, нарочито Hofman и сар. (2023) и Fujiki и сар. (2023), треба тумачити опрезније због одсуства рандомизације, различитих дијагноза и неуједначеног броја терапијских сесија.

7.6. Повезивање VHI, перцептивне и акустичке процене

Статистички значајна промена акустичке вредности није аутоматски клинички значајна. Акустичке исходе треба повезивати са CAPE-V/GRBAS и VHI/VHI-10, као и са вокалним напором и свакодневним функционисањем. Најубедљивији терапијски исход постоји када се објективна промена подудара са бољом перцептивном оценом и мањим субјективним ограничењем.

8. Дискусија

8.1. Критичко тумачење главних налаза

Налази показују да терапија може довести до мерљивих акустичких промена, али не постоји параметар који доследно реагује код свих поремећаја. Разлике међу студијама одражавају и клиничку хетерогеност и различиту методологију. Због тога је образац више исхода клинички значајнији од изоловане бројчане промене.

8.2. Могући механизми промена

Смањење jitter-а може одражавати правилнију контролу периоде вибрације, а смањење shimmer-а уједначенију амплитуду. Пораст HNR-а, односно пад NHR-а, у складу је са смањењем релативног удела шума. Пораст CPP-а, односно CPPS-а када је примењена изглађена варијанта, може указивати на јаснију периодичну организацију сигнала. Код функционалних поремећаја промена начина употребе гласа може директно смањити хиперфункцију; код органских поремећаја структурна неправилност може ограничити ефекат; код Паркинсонове болести циљ је често повећање амплитуде и калибрација вокалног напора.

8.3. Клиничка вредност и поузданост појединих акустичких параметара

Jitter и shimmer су корисни код довољно периодичног сигнала, али су осетљиви на услове мерења. CPP, односно CPPS, погоднији су за израженију дисфонију и повезани говор. AVQI представља важан мултипараметарски приступ. Зато није оправдано један параметар назвати „најпоузданијим“ без навођења популације, задатка и техничких услова.

8.4. Клинички значај акустичких промена

Терапијски успех не треба дефинисати само нормализацијом акустичке вредности. Промена има пуну клиничку вредност када се подудара са бољим квалитетом гласа, мањим напором, нижим VHI резултатом и бољим функционисањем у комуникацији.

8.5. Практичне импликације

У клиничком раду треба користити исти протокол пре и после терапије, комбиновати продужени вокал и повезани говор и бирати параметре према поремећају. Акустичка анализа треба да допуњује, а не да замени анамнезу, ларингеални налаз, перцептивну процену и самопроцену.

8.6. Ограничења овог рада

Претрага је структурисана, али није спроведена као потпуни систематски преглед са регистрованим протоколом и двоструком независном селекцијом. Број база и аналитичких студија је ограничен, а језик и доступност пуног текста могли су утицати на избор. Хетерогеност дијагноза, терапија, услова снимања, задатака и параметара онемогућава директно статистичко обједињавање резултата.

8.7. Препоруке за будућа истраживања

Потребни су већи и хомогенији узорци, контролне групе, јасни терапијски протоколи, стандардизовано снимање и дуже праћење. Треба систематски укључивати CPP и, када је методолошки оправдано, CPPS, као и AVQI и друге валидиране индексе и повезивати их са CAPE-V/GRBAS, VHI/VHI-10 и функционалним исходима.

9. Закључак

Акустичка анализа представља важан објективни део процене гласа и праћења терапијског исхода. Најчешће повољне промене обухватају смањење jitter-а и shimmer-а, повољнији HNR (или нижи NHR када се користи инверзна мера) и побољшање CPP-а односно CPPS-а када је примењена изглађена варијанта, као и побољшање мултипараметарских индекса, али образац зависи од клиничке популације, терапијског приступа и методологије.

Функционални поремећаји често добро реагују на директне и физиолошке приступе, код органских поремећаја терапија може бити део ширег лечења, а код Паркинсонове болести процена мора бити усмерена и на интензитет и функционалност. Савремене цепстралне и мултипараметарске мере имају важну улогу, али не замењују клиничку процену.

Главна научна порука рада је да акустичка анализа не може заменити мултидимензионалну процену. Највећу вредност има у стандардизованим условима, са параметрима прилагођеним поремећају и уз повезивање са перцептивном проценом, VHI/VHI-10 и функционалним искуством пацијента. Потребна су даља лонгитудинална истраживања са већим и хомогенијим узорцима и стандардизованим протоколима.

Литература

1. American Speech-Language-Hearing Association. (n.d.). Voice disorders. ASHA Practice Portal. <https://www.asha.org/practice-portal/clinical-topics/voice-disorders/>

2. Antonetti, A. E. S., Vitor, J. S., Guzmán, M., Calvache, C., Brasolotto, A. G., & Silverio, K. C. A. (2023). Efficacy of a semi-occluded vocal tract exercises-therapeutic program in behavioral dysphonia: A randomized and blinded clinical trial. *Journal of Voice*, 37(2), 215–225. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2020.12.008>
3. Barsties v. Latoszek, B., Mathmann, P., & Neumann, K. (2021). The cepstral spectral index of dysphonia, the acoustic voice quality index and the acoustic breathiness index as novel multiparametric indices for acoustic assessment of voice quality. *Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery*, 29(6), 451–457. <https://doi.org/10.1097/MOO.0000000000000743>
4. Benšić, A., Čulina, M., & Maržić, D. (2021). Logopedska procjena kvalitete glasa osoba sa spastičnom disfonijom. *Logopedija*, 11(2), 37–43. <https://doi.org/10.31299/log.11.2.1>
5. Bielamowicz, S., Kreiman, J., Gerratt, B. R., Dauer, M. S., & Berke, G. S. (1996). Comparison of voice analysis systems for perturbation measurement. *Journal of Speech and Hearing Research*, 39(1), 126–134. <https://doi.org/10.1044/jshr.3901.126>
6. Boersma, P., & Weenink, D. (2024). Praat: Doing phonetics by computer [Computer software]. <https://www.praat.org/>
7. Bottalico, P., Codino, J., Cantor-Cutiva, L. C., Marks, K., Nudelman, C. J., Skeffington, J., Shrivastav, R., Jackson-Menaldi, M. C., Hunter, E. J., & Rubin, A. D. (2020). Reproducibility of voice parameters: The effect of room acoustics and microphones. *Journal of Voice*, 34(3), 320–334. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2018.10.016>
8. Brockmann-Bauser, M., Bohlender, J. E., & Mehta, D. D. (2018). Acoustic perturbation measures improve with increasing vocal intensity in individuals with and without voice disorders. *Journal of Voice*, 32(2), 162–168. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2017.04.008>
9. Chhetri, S. S., & Gautam, R. (2015). Acoustic analysis before and after voice therapy for laryngeal pathology. *Kathmandu University Medical Journal*, 13(4), 323–327. <https://doi.org/10.3126/kumj.v13i4.16831>
10. Davis, S. B. (1979). Acoustic characteristics of normal and pathological voices. In N. J. Lass (Ed.), *Speech and language: Advances in basic research and practice* (Vol. 1, pp. 271–335). Academic Press.
11. Dejonckere, P. H., Bradley, P., Clemente, P., Cornut, G., Crevier-Buchman, L., Friedrich, G., Van De Heyning, P., Remacle, M., & Woisard, V. (2001). A basic protocol for functional assessment of voice pathology, especially for investigating the efficacy of (phonosurgical) treatments and evaluating new assessment techniques: Guideline elaborated by the Committee on Phoniatrics of the European Laryngological Society (ELS). *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 258(2), 77–82. <https://doi.org/10.1007/s004050000299>
12. Ferrand, C. T. (2019). *Voice disorders: Scope of theory and practice* (4th ed.). Pearson.
13. Fujiki, R. B., Braden, M., & Thibeault, S. L. (2023). Voice therapy improves acoustic and auditory-perceptual outcomes in children. *The Laryngoscope*, 133(4), 977–983. <https://doi.org/10.1002/lary.30263>
14. Guzman, M., Bertucci, T., Pacheco, C., Leiva, F., Quintana, F., Ansaldi, R., Quezada, C., & Muñoz, D. (2020). Effectiveness of a physiologic voice therapy program based on different semioccluded vocal tract exercises in subjects with behavioral dysphonia: A randomized controlled trial. *Journal of Communication Disorders*, 87, 106023. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2020.106023>
15. Harford, E. E., Holt, L. L., & Abel, T. J. (2024). Unveiling the development of human voice perception: Neurobiological mechanisms and pathophysiology. *Current Research in Neurobiology*, 6, 100127. <https://doi.org/10.1016/j.crneur.2024.100127>

16. Hegde, S., Shetty, S., Rai, S., & Dodderi, T. (2019). A survey on machine learning approaches for automatic detection of voice disorders. *Journal of Voice*, 33(6), 947.e11–947.e33. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2018.07.014>
17. Heman-Ackah, Y. D., Heuer, R. J., Michael, D. D., Ostrowski, R., Horman, M., Baroody, M. M., Hillenbrand, J., & Sataloff, R. T. (2003). Cepstral peak prominence: A more reliable measure of dysphonia. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*, 112(4), 324–333. <https://doi.org/10.1177/000348940311200406>
18. Heman-Ackah, Y. D., Michael, D. D., & Goding, G. S., Jr. (2002). The relationship between cepstral peak prominence and selected parameters of dysphonia. *Journal of Voice*, 16(1), 20–27. [https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(02\)00067-X](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(02)00067-X)
19. Hillenbrand, J., & Houde, R. A. (1996). Acoustic correlates of breathy vocal quality: Dysphonic voices and continuous speech. *Journal of Speech and Hearing Research*, 39(2), 311–321. <https://doi.org/10.1044/jshr.3902.311>
20. Hillenbrand, J., Cleveland, R. A., & Erickson, R. L. (1994). Acoustic correlates of breathy vocal quality. *Journal of Speech and Hearing Research*, 37(4), 769–778. <https://doi.org/10.1044/jshr.3704.769>
21. Hirano, M. (1981). *Clinical examination of voice*. Springer.
22. Hofman, E. C., Dassie-Leite, A. P., Martins, P. N., & Pereira, E. C. (2023). Acoustic measurements of CPPS and AVQI pre and post speech therapy. *CoDAS*, 35(6), e20220136. <https://doi.org/10.1590/2317-1782/20232022136en>
23. Jacobson, B. H., Johnson, A., Grywalski, C., Silbergleit, A., Jacobson, G., Benninger, M. S., & Newman, C. W. (1997). The Voice Handicap Index (VHI): Development and validation. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 6(3), 66–70. <https://doi.org/10.1044/1058-0360.0603.66>
24. Kaneko, M., Sugiyama, Y., Mukudai, S., & Hirano, S. (2020). Effect of voice therapy using semiocluded vocal tract exercises in singers and nonsingers with dysphonia. *Journal of Voice*, 34(6), 963.e1–963.e9. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2019.06.014>
25. Kempster, G. B., Gerratt, B. R., Verdolini Abbott, K., Barkmeier-Kraemer, J., & Hillman, R. E. (2009). Consensus Auditory-Perceptual Evaluation of Voice: Development of a standardized clinical protocol. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 18(2), 124–132. [https://doi.org/10.1044/1058-0360\(2008/08-0017\)](https://doi.org/10.1044/1058-0360(2008/08-0017))
26. Kent, R. D. (2023). *The speech sciences: A comprehensive reference*. Plural Publishing.
27. Klingholz, F. (1990). Acoustic recognition of voice disorders: A comparative study of running speech versus sustained vowels. *Journal of the Acoustical Society of America*, 87(5), 2218–2224. <https://doi.org/10.1121/1.399189>
28. Kovač Bilić, L., Šimić, I., Raguž, D., & Bilić, M. (2021). Poremećaji glasa u djece – iskustvo jednog centra. *Liječnički vjesnik*, 143(9–10), 375–380. <https://doi.org/10.26800/LV-143-9-10-4>
29. Kreiman, J., Gerratt, B. R., Garellek, M., Samlan, R., & Zhang, Z. (2014). Toward a unified theory of voice production and perception. *Loquens*, 1(1), e009. <https://doi.org/10.3989/loquens.2014.009>
30. Majdevac, Ž., Mitrović, S., & Jović, R. (2001). Klasifikacija disfonija prema primarnom etiološkom faktoru (I deo). *Medicinski pregled*, 54(1–2), 39–44.
31. Maryn, Y., Corthals, P., De Bodt, M., Van Cauwenberge, P., & Deliyski, D. (2009). Perturbation measures of voice: A comparative study between Multi-Dimensional Voice Program and Praat. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 61(4), 217–226. <https://doi.org/10.1159/000227999>

32. Maryn, Y., De Bodt, M., & Roy, N. (2010). The Acoustic Voice Quality Index: Toward improved treatment outcomes assessment in voice disorders. *Journal of Communication Disorders*, 43(3), 161–174. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2009.12.004>
33. Meerschman, I., Van Lierde, K., Ketels, J., Coppieters, C., Claeys, S., & D'haeseleer, E. (2019). Effect of three semi-occluded vocal tract therapy programmes on the phonation of patients with dysphonia. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 54(1), 50–61. <https://doi.org/10.1111/1460-6984.12431>
34. Moya-Galé, G., Spielman, J., Ramig, L. O., Campanelli, L., & Maryn, Y. (2024). The Acoustic Voice Quality Index (AVQI) in people with Parkinson's disease before and after intensive voice and articulation therapies: Secondary outcome of a randomized controlled trial. *Journal of Voice*, 38(6), 1529.e7–1529.e16. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2022.03.014>
35. Naqvi, Y., & Gupta, V. (2023). Functional voice disorders. In StatPearls. StatPearls Publishing.
36. Niebudek-Bogusz, E., Kotyło, P., Politański, P., & Śliwińska-Kowalska, M. (2008). Acoustic analysis with vocal loading test in occupational voice disorders: Outcomes before and after voice therapy. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 21(4), 301–308. <https://doi.org/10.2478/v10001-008-0033-9>
37. Patel, R. R., Awan, S. N., Barkmeier-Kraemer, J., Courey, M., Deliyski, D., Eadie, T., Paul, D., Švec, J. G., & Hillman, R. (2018). Recommended protocols for instrumental assessment of voice: American Speech-Language-Hearing Association Expert Panel to develop a protocol for instrumental assessment of vocal function. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 27(3), 887–905. https://doi.org/10.1044/2018_AJSLP-17-0009
38. Paunović, V., Petrović Lazić, M., & Vuković, M. (2023). Poremećaji glasa kod osoba s Parkinsonovom bolešću: Karakteristike, procena i tretman. *Medicinski časopis*, 57(4), 147–153. <https://doi.org/10.5937/mckg57-49190>
39. Petrović Lazić, M., & Dobrota Davidović, N. (2008). Akustički model glasa pre i posle vokalne terapije. In D. Radovanović (Ed.), *U susret inkluziji – dileme u teoriji i praksi*. Fakultet za specijalnu edukaciju i rehabilitaciju.
40. Petrović Lazić, M., & Kosanović, R. (2008). *Vokalna rehabilitacija glasa*. Nova naučna.
41. Petrović Lazić, M., Vuković, M., & Dobrota Davidović, N. (2009). Akustička analiza glasa kod organskih i funkcionalnih disfonija. In Z. Matejić Đuričić (Ed.), *Istraživanja u specijalnoj edukaciji i rehabilitaciji* (pp. 31–39). Fakultet za specijalnu edukaciju i rehabilitaciju.
42. Ramig, L. O., & Verdolini, K. (1998). Treatment efficacy: Voice disorders. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 41(1), S101–S116. <https://doi.org/10.1044/jslhr.4101.s101>
43. Rangarathnam, B., Paramby, T., McCullough, G. H., Pickett, H., Tulunay-Ugur, Ö. E., & Zraick, R. I. (2023). A randomized controlled trial of the effects of flow phonation voice treatment for primary muscle tension dysphonia. *Journal of Communication Disorders*, 101, 106290. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2022.106290>
44. Rodríguez-Parra, M. J., Adrián, J. A., & Casado, J. C. (2009). Voice therapy used to test a basic protocol for multidimensional assessment of dysphonia. *Journal of Voice*, 23(3), 304–318. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2007.05.001>
45. Roy, N., Merrill, R. M., Gray, S. D., & Smith, E. M. (2005). Voice disorders in the general population: Prevalence, risk factors, and occupational impact. *The Laryngoscope*, 115(11), 1988–1995. <https://doi.org/10.1097/01.mlg.0000179174.32345.41>
46. Roy, N., Merrill, R. M., Thibeault, S., Gray, S. D., & Smith, E. M. (2004). Voice disorders in teachers and the general population: Effects on work performance, attendance, and future career

- choices. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 47(3), 542–551. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2004/042\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2004/042))
47. Seikel, J. A., King, D. W., & Drumright, D. G. (2020). *Anatomy & physiology for speech, language, and hearing* (6th ed.). Cengage Learning.
 48. Stachler, R. J., Francis, D. O., Schwartz, S. R., Damask, C. C., Digoy, G. P., Krouse, H. J., McCoy, S. J., Ouellette, D. R., Patel, R. R., Reavis, C. C. W., Smith, L. J., Smith, M., Strode, S. W., Woo, P., & Nnacheta, L. C. (2018). Clinical practice guideline: Hoarseness (dysphonia) (update). *Otolaryngology–Head and Neck Surgery*, 158(1_suppl), S1–S42. <https://doi.org/10.1177/0194599817751030>
 49. Stemple, J. C., Roy, N., & Klaben, B. K. (2018). *Clinical voice pathology: Theory and management* (6th ed.). Plural Publishing.
 50. Tadić, E. (2019). Psihogene disfonije. *Logopedija*, 9(2), 59–66. <https://doi.org/10.31299/log.9.2.3>
 51. Teixeira, J. P., Oliveira, C., & Lopes, C. (2013). Vocal acoustic analysis—Jitter, shimmer and HNR parameters. *Procedia Technology*, 9, 1112–1122. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2013.12.124>
 52. Toles, L. E., & Young, E. D. (2023). Understanding the use and importance of voice stimulability assessment among speech-language pathologists who treat voice disorders: An international survey. *Journal of Voice*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2023.01.007>
 53. Valadez, V., Ysunza, A., Ocharan-Hernandez, E., Garrido-Bustamante, N., Sanchez-Valerio, A., & Pamplona, M. C. (2012). Voice parameters and videonasal laryngoscopy in children with vocal nodules: A longitudinal study, before and after voice therapy. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 76(9), 1361–1365. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2012.06.007>
 54. Veselinović, M., Hotilovac, M., Brkić Jovanović, N., Škrbić, R., & Milankov, V. (2021). Subjektivna i objektivna akustička analiza glasa nastavnika razredne nastave. *Medicinski pregled*, 74(3–4), 98–105. <https://doi.org/10.2298/MPNS2104098V>
 55. Vuković, M. (2019). *Neurodegenerativni poremećaji govora i jezika. Fakultet za specijalnu edukaciju i rehabilitaciju, Izdavački centar Fakulteta.*
 56. Watts, C. R., Hamilton, A., Toles, L., Childs, L., & Mau, T. (2015). A randomized controlled trial of stretch-and-flow voice therapy for muscle tension dysphonia. *The Laryngoscope*, 125(6), 1420–1425. <https://doi.org/10.1002/lary.25155>
 57. Watts, C. R., Hamilton, A., Toles, L., Childs, L., & Mau, T. (2019). Intervention outcomes of two treatments for muscle tension dysphonia: A randomized controlled trial. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 62(2), 272–282. https://doi.org/10.1044/2018_JSLHR-S-18-0118
 58. Yumoto, E., Gould, W. J., & Baer, T. (1982). Harmonics-to-noise ratio as an index of the degree of hoarseness. *Journal of the Acoustical Society of America*, 71(6), 1544–1550. <https://doi.org/10.1121/1.387808>
 59. Zhang, Z. (2016). Mechanics of human voice production and control. *Journal of the Acoustical Society of America*, 140(4), 2614–2635. <https://doi.org/10.1121/1.4964509>

Прилози

Прилог 1. Пример параметара акустичке анализе

Табела 2. Преглед основних акустичких параметара гласа

Параметар	Пуно значење	Шта показује	Клиничко значење
F0	Fundamental frequency / основна фреквенција	број вибрација гласница у секунди	указује на висину гласа
Интензитет	јачина гласа	ниво звучног притиска	показује гласноћу и снагу гласа
Jitter	фреквенцијска пертурбација	варијације у трајању вибраторних циклуса	повећане вредности указују на нестабилну вибрацију гласница
Shimmer	амплитудна пертурбација	варијације у амплитуди гласа	повећане вредности указују на нестабилност јачине гласа
HNR	Harmonics-to-Noise Ratio / однос хармоника и шума	однос хармонијског и шумног дела гласа	веће вредности указују на чистији и стабилнији глас
NHR	Noise-to-Harmonics Ratio / однос шума и хармоника	удео шума у односу на хармонијски део гласа	веће вредности указују на већу шумност гласа
CPP	Cepstral Peak Prominence	цепстрална истакнутост гласа	користи се за процену квалитета и стабилности гласа
MPT	Maximum Phonation Time / максимално време фонације	најдуже време одржавања фонације	указује на вокалну издржљивост и контролу издисаја
VHI	Voice Handicap Index	самопроцена утицаја поремећаја гласа	показује функционални, физички и емоционални утицај поремећаја гласа

Напомена. Наведени параметри користе се у процени гласа, али се не тумаче изоловано. Највећу вредност имају када се повезују са перцептивном проценом, самопроценом пацијента и клиничким налазом.

Прилог 2. Пример приказа резултата пре и после логопедског третмана

Табела 3. Пример тумачења акустичких и функционалних промена гласа пре и после третмана

Параметар	Пре третмана	После третмана	Тумачење промене
Jitter	Повећан	смањен	стабилнија вибрација гласница
Shimmer	Повећан	смањен	уједначенија амплитуда гласа
HNR	Смањен	повећан	мање шумности и чистији глас
NHR	Повећан	смањен	мањи удео шума у гласовном сигналу
F0	нестабилан или одступа од очекиваних вредности	стабилнији или приближен очекиваним вредностима	боља контрола висине гласа
Интензитет	слаб или нестабилан	стабилнији и функционалнији	боља гласноћа и вокална контрола
MPT	Скраћено	продужено	боља вокална издржљивост и контрола издисаја
VNI	виши резултат	нижи резултат	мањи субјективни хендикеп гласа
Перцептивна процена	промуклост, дахтавост, напрегнутост	мање изражени симптоми	бољи квалитет гласа у слушној процени

Напомена. Табела представља пример начина приказивања промена гласа пре и после логопедског третмана. Вредности и тумачења могу се разликовати у зависности од врсте поремећаја гласа, старости пацијента, начина снимања, примењеног третмана и коришћеног софтвера за акустичку анализу.

Прилог 3. Списак коришћених скраћеница

Табела 4. Списак скраћеница коришћених у раду

Скраћеница	Значење
F0	основна фреквенција гласа
HNR	Harmonics-to-Noise Ratio / однос хармоника и шума

Скраћеница	Значење
NHR	Noise-to-Harmonics Ratio / однос шума и хармоника
CPP	Cepstral Peak Prominence
AVQI	Acoustic Voice Quality Index
DSI	Dysphonia Severity Index
VHI	Voice Handicap Index
MPT	Maximum Phonation Time / максимално време фонације
VRP	Voice Range Profile
MDVP	Multi-Dimensional Voice Program
Praat	софтвер за акустичку анализу гласа
SOVT	Semi-Occluded Vocal Tract exercises / вежбе полуоклузије вокалног тракта
LSVT	Lee Silverman Voice Treatment
GRBAS	скала за перцептивну процену гласа
GIRBAS	проширена скала за перцептивну процену гласа
RAP	Relative Average Perturbation
PPQ	Pitch Perturbation Quotient
APQ	Amplitude Perturbation Quotient
NNE	Normalized Noise Energy

Напомена. Скраћенице су наведене у облику у ком се најчешће користе у стручној и научној литератури. У тексту рада поједине скраћенице могу бити додатно објашњене приликом првог помињања.