



Važnost akustičke analize u diferencijalnoj dijagnostici aduktorne spastične i mišićne tenzijske disfonije uz fiberoptičku videolaringoskopiju

Importance of acoustic analysis in the differential diagnosis of adductor spasmodic and muscle tension dysphonia besides fiberoptic video laryngoscopy

Anja Benšić[✉], Mirta Arlović¹, Patricia Orlić¹, Diana Maržić¹

¹ Zavod za audiologiju i fonijatriju, Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Klinički bolnički centar Rijeka

Deskriptori

DISFONIJA – dijagnoza, patofiziologija;
LARINGOSKOPIJA – metode;
FIBEROPTIČKA TEHNOLOGIJA; GOVORNA AKUSTIKA;
MJERENJE GOVORNE PRODUKCIJE – statistički podatci;
ZVUČNA SPEKTROGRAFIJA; MIŠIĆNI TONUS; FONACIJA;
KVALITETA GLASA; DIFERENCIJALNA DIJAGNOZA

Descriptors

DYSPHONIA – diagnosis, physiopathology;
LARYNGOSCOPY – methods; FIBER OPTIC TECHNOLOGY;
SPEECH ACOUSTICS;
SPEECH PRODUCTION MEASUREMENT – statistics
and numerical data; SOUND SPECTROGRAPHY;
MUSCLE TONUS; PHONATION; VOICE QUALITY;
DIAGNOSIS, DIFFERENTIAL

✉ Adresa za dopisivanje:

Anja Benšić, mag. logoped,
Zavod za audiologiju i fonijatriju,
Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci,
Klinički bolnički centar Rijeka,
Krešimirova 42, 51000 Rijeka,
e-pošta: bensic.anja@gmail.com

Primljeno 1. ožujka 2021.,
prihvaćeno 25. listopada 2021.

SAŽETAK. Cilj: Spastična disfonija (SD) i mišićna tenzijska disfonija (MTD) su različita oboljenja koja narušavaju kvalitetu glasa, a imaju slična perceptivna i akustička obilježja. Poznato je da pojava kompenzacijskih mehanizama može dovesti do problema pri diferencijalnoj dijagnostici aduktorne spastične disfonije (ADSD) i MTD-a prilikom kliničkoga fonijatrijskog pregleda fleksibilnim video laringoskopom (FLS). Cilj ovog rada jest utvrđivanje akustičkih objektivnih diferencijalno-dijagnostičkih kriterija za razlikovanje SD-a i MTD-a koji će potvrditi postavljanje točne dijagnoze uz FLS. *Metode:* U ovom istraživanju sudjelovalo je 8 žena s MTD-om i 8 žena sa ADSD-om dijagnosticiranih u Zavodu za audiologiju i fonijatriju Kliničkoga bolničkog centra Rijeka. U postupku dijagnostike sudjelovali su fonijatar i logoped. Učinjena je fiberoptička videolaringoskopija (FLS) i logopedska procjena. Prikupljeni su uzorci produžene fonacije vokala /a/ i povezani tekst. Uzorci su analizirani u računalnom programu Praat pomoću kojega su izdvojene mjere trajanja riječi i rečenica, postotka zastoja u fonaciji i u riječi te cepstralni vokalni vrhunac (CPPS). *Rezultati:* Ovim istraživanjem utvrđeno je da četiri akustička parametra (trajanje riječi, trajanje rečenica, postotak zastoja /a/, postotak zastoja [riječ]) dobro odjeljuju SD i MTD. CPPS ne odjeljuje ove dvije skupine pacijenata. Nadalje, potvrđeno je da je analizom uzorka fonacije vokala /a/ u računalnom programu Praat moguće klasificirati ova dva poremećaja s graničnom vrijednosti 5%. Ako je postotak zastoja u uzorku fonacije vokala /a/ veći ili jednak 5% velika je vjerojatnost da se radi o glasovnom uzorku pacijenta sa SD-om. *Zaključak:* Utvrđene su akustičke mjere i oblik akustičke analize zastoja primjenjiv u kliničkim uvjetima. Pokazano je da akustička analiza glasovnih uzoraka može dati vrijedne diferencijalno-dijagnostičke podatke. Navedeno upućuje na to da bi akustička analiza glasovnih uzoraka trebala biti sastavni dio standardnoga dijagnostičkog protokola poremećaja glasa uz FLS s ciljem postavljanja točne dijagnoze.

SUMMARY. *Introduction:* Spasmodic dysphonia (SD) and muscle tension dysphonia (MTD) are two different disorders with different etiology that influence the quality of voice, characterized by similar perceptual and acoustic features. It is known that the emergence of compensatory mechanisms can lead to problems in the differential diagnosis of adductor spasmodic dysphonia (ADSD) and primary hyperkinetic dysphonia (MTD) by fiberoptic video laryngoscopy (FLS). So, the goal of this paper is to determine acoustic objective differential diagnostic criteria for distinguishing between SD and MTD and confirm clinical laryngeal findings by FLS and diagnosis. *Patients and methods:* Eight women with MTD and eight women with SD diagnosed at the Department of Audiology and Phoniatrics of the Clinical Hospital Center Rijeka participated in this study. A phoniatrician and a speech language pathologist (SLP) participated in the diagnostic procedure. FLS and SLP assessment were performed. Samples of extended phonation of the vowel /a/ and reading were collected. The samples were analyzed in the computer program Praat, which was used to measure the duration of words and sentences, the percentage of brakes in phonation and words, and cepstral peak prominence (CPPS). *Results:* This study found that four acoustic parameters (word duration, sentence duration, percentage of brakes /a/, percentage of brakes (word)) separate SD and MTD well. CPPS does not separate these two groups of patients. Furthermore, it was confirmed that by analyzing the phonation pattern of the vowel /a/ in the computer program Praat it is possible to classify these two disorders with a cut-off value of 5%. If the percentage of delay in the phonation pattern of the vowel /a/ is greater than or equal to 5%, it is very likely that it is a voice sample of a person with SD. *Conclusion:* Acoustic measures applicable in clinical conditions were determined. It has been shown that acoustic analysis of voice samples can provide valuable differential diagnostic data. This suggests that acoustic analysis of voice samples should be an integral part of the standard diagnostic protocol for voice disorders besides FLS.

Spastična disfonija (SD) je fokalna laringealna distonija koju karakteriziraju nevoljne mišićne kontrakcije u području grkljana prilikom govora.¹ Nevoljni spazmi mišića grkljana uzrokuju prekide i zastoje u glasu. Aduktorni oblik SD-a (ADSD) karakterizira hiperadukcija glasnica pri čemu se javljaju napeti zastoji uz značajan napor pri govoru. Abduktorni oblik SD-a (ABSD) je rjeđi, a odlikuje ga hiperabdukcija glasnica, posljedično šumni prekidi i glas sličan šaptu. Miješani oblici kod kojih su prisutni spazmi abduktornog i adukturnog tipa vrlo su rijetki.² Neki pacijenti s ADSD-om razvijaju kompenzacijske načine fonacije koji im pomažu pri prevladavanju spazma.¹ Pojava kompenzacijskih mehanizama može dovesti do problema pri diferencijalnoj dijagnostici ADSD-a i mišićne tenzijske disfonije (engl. *muscle tension dysphonia*, MTD).³ Za razliku od ADSD-a, MTD se smatra funkcionalnim poremećajem glasa koji se manifestira pretjeranom napetošću unutrašnjih i vanjskih laringealnih mišića i pridruženim hiperkinetičkim obrascima vibracija glasnica te aktivacijom ventrikularnih nabora.⁴ Ovi mehanizmi rezultiraju karakteristikama glasa sličnim ADSD-u. Napeta kvaliteta glasa uz izražen napor pri govoru u nekim slučajevima otežava diferencijalnu dijagnostiku MTD-a i ADSD-a. Liječenje ADSD-a najčešće uključuje periodičnu intralaringealnu aplikaciju botulinum toksina.^{5,6} Nasuprot tomu, liječenje MTD-a uključuje kombinaciju vokalne terapije i različitih bihevioralnih pristupa.⁷ Iz navedenog slijedi da je dijagnostička preciznost nužna u svrhu donošenja pravovremene i ispravne odluke o načinu liječenja SD-a i MTD-a.

Diferencijalna dijagnostika ADSD i MTD u kliničkoj praksi temelji se na kliničkom fonijatrijskom pregledu koji podrazumijeva fonijatrijsku anamnezu i FLS te na logopedskoj procjeni perceptivnih obilježja glasa. FLS nalaz ADSD-a podrazumijeva urednu laringelanu morfologiju s vibracijom glasnica koja je često nepravilna za kvantifikaciju parametara zatvaranja glasnica, regularnosti i analize mukoznog vala, ali ima patološke obrasce gibanja prilikom fonacije samoglasnika po tipu snažnog spazma glasnica prilikom adukcije te rijetko adukcije ventrikularnih nabora, a rjeđe supraglotisa.^{8–10}

Za MTD postoje dijagnostički sustavi Van Lawrencea, Morrison-Rammagea i Koufmana koji razlikuju podtipove na temelju laringoskopskih značajki.^{11–13} Garayochea i suradnici izdvojili su najznačajnija laringološka obilježja za MTD.¹⁴ Iz navedenog izdvojeni su anteriorno-posteriorna i bočna kompresija u manjoj ili većoj mjeri s doprinosom ventrikularnih nabora kao laringoskopske značajke MTD-a.

Ludow i suradnici su naveli osnovne kriterije za diferencijalnu dijagnostiku perceptivnom procjenom. Pjevanje kod osoba s MTD-om zahvaćeno je na isti

način kao i govor.¹⁵ Nisu prisutne varijacije u kvaliteti glasa ovisno o fonetskoj strukturi riječi, niti razlike ovisno o tipu govornog zadatka. Kvaliteta glasa je jednaka pri promjeni visine glasa. U glasu MTD-a ne pojavljuju se česti zastoji niti tremor.

S ciljem objektivizacije perceptivnih parametara u literaturi su izdvojeni pokušaji definiranja diferencijalno-dijagnostičkih kriterija pomoću akustičke analize glasa.^{16–19} Akustička analiza glasa je prepoznata kao neinvazivna metoda na osnovi koje je moguće odrediti stupanj oštećenja, objektivizirati perceptivne parametre te u konačnici donijeti indirektne zaključke o patofiziologiji glasovnih poremećaja.¹⁹

Akustičke manifestacije ADSD-a koje su izdvojene u prethodnim istraživanjima jesu nepravilnosti u fundamentalnoj frekvenciji, narušena struktura harmonika i produljeno vrijeme artikulacije.²⁰ Neki autori predlažu analizu frekvencijskih i intenzitetskih oscilacija te kvantitativnu i kvalitativnu analizu zastoja i trajanja riječi i rečenica pri analizi karakteristika glasa SD-a.^{20, 21}

Sapienza i suradnici utvrdili su da se MTD i ADSD razlikuju po broju, vrsti i mjestu specifičnih akustičkih karakteristika (zastoji u riječi, frekvencijski pomaci i aperiodični segmenti).¹⁷ Akustičkom analizom uzorka prolongirane fonacije i povezanog govora utvrđeno je da se simptomi SD-a razlikuju s obzirom na govorni zadatak – pronađeno je značajno više promatranih akustičkih karakteristika u povezanom govoru nego u prolongiranoj fonaciji. Razlike u glasu s obzirom na govorni zadatak kod MTD-a nisu potvrđene.²² Zbog navedenih razlika u literaturi se kao diferencijalno-dijagnostički kriterij izdvaja prisutnost ili odsutnost razlika u kvaliteti glasa ovisno o tipu govornog zadatka.

Roy i suradnici koristili su Cepstralni spektralni indeks disfonije (CSID) kako bi se utvrdio stupanj ADSD-a i razlikovanje od MTD-a.¹⁵ Mjerom CSID također su pokazani izraženiji simptomi ADSD-a u spontanom govoru nego u prolongiranoj fonaciji, što se može objasniti činjenicom da su u spontanom govoru prisutni prijelazi između samoglasnika i suglasnika na kojima su zastoji uočljiviji. Rees i suradnici demonstrirali su mogućnosti diferencijalne dijagnostike MTD-a i ADSD-a pomoću spektrograma.²³

Analizom fonatornih zastoja utvrđeno je da zastoji nisu samo obilježje ADSD-a, već da gotovo 50% žena s MTD-om ima barem jedan fonatorni zastoj u rečenici.^{17, 22} Ovi rezultati upućuju na to da se analiza učestalosti zastoja potencijalno može izdvojiti kao objektivan dijagnostički kriterij visoke preciznosti i pouzdanosti.

Međutim, predložene akustičke mjere još uvijek nisu primjenjivane u kliničkim uvjetima. Cilj ovog rada jest utvrđivanje akustičkih objektivnih diferencijalno-dijagnostičkih kriterija za razlikovanje ADSD-a i MTD-a.

TABLICA 1. OBILJEŽJA UZORKA NA VARIJABLAMA SPOLA, DOBI I VREMENA PROTEKLOG OD POJAVE PRVIH SIMPTOMA
 TABLE 1. SAMPLE FEATURES FOR VARIABLES OF SEX, AGE AND TIME FROM THE FIRST ONSET OF SYMPTOMS

	Dob / Age					Pojava simptoma / Onset of symptoms				
	MIN	Q1	MEDIAN	Q3	MAX	MIN	Q1	MEDIAN	Q3	MAX
MTD	19	32	43	53	75	1	1,25	3,50	9,25	23
ADSD	55	58	64	69,75	81	3	3,50	7,50	11	13

Ispitanici i metode

Uzorak ispitanika

U ovom istraživanju sudjelovalo je 8 žena s MTD-om i 8 žena s ASD-om (tablica 1) dijagnosticiranih u Zavodu za audiologiju i fonijatriju Kliničkoga bolničkog centra Rijeka.

U postupku dijagnostike sudjelovali su fonijatar i logoped. Učinjeni su klinički fonijatrijski pregled i fiberoptička fleksibilna videonazolingoskopijska (*Vivideo Pentax Europe*, Hamburg, Germany) te sveobuhvatna logopedijska procjena. Svim ispitanicima utvrđena je (a) uredna morfologija grkljana, uredna artikulacija, rezonancija i odsutnost jezičnih poremećaja, (b) nemaju pridodanih neuroloških bolesti (npr. Parkinsonova bolest, esencijalni tremor), (c) nisu vokalni profesionalci I. razine (pjevači, glumci).

Kod osoba s ASD-om koje su uključene u uzorak ispitanika zabilježeni su izraženi i produljeni spazmi glasnica, pogotovo na početku riječi s mogućom pridruženosti adukcije ventrikularnih nabora. Isključujući kriteriji su nalazi prikazani FLS-om koji su intralaringealna obilježja karakteristična za MTD po klasifikaciji Morrison-Rammege²⁴ i Van Lawrence²⁵. Dodatni kriteriji uključivali su: (a) osobe nisu imale kirurški zahvat u području glave i vrata, (b) trajanje simptoma najmanje dvije godine. Također, u radu su korišteni kriteriji diferencijalnog dijagnosticiranja ASD-a i MDT-a na osnovi kliničkoga intralaringealnog nalaza vidljivog FLS-om prema preporukama Ludlowa i suradnika.²⁶ Konačna dijagnoza je postavljena na osnovi sveobuhvatne perceptivne procjene glasa, akustičke analize glasa i FLS-a.

Analizirano je prvo snimanje pacijenata, prije intralaringealne aplikacije botulinum toksina. Glas ispitanika koji su prethodno primili injekciju botulinum toksina u vanjskoj ustanovi snimljen je najmanje 4 mjeseca nakon prethodne aplikacije s potpunim povratkom simptoma na stanje prije aplikacije.

Ispitanici s MDT-om zadovoljavali su sljedeće dijagnostičke kriterije:

FLS-om je prikazana manja adukcija glasnica s izraženom adukcijom ventrikularnih nabora, anteriorno-posteriornim približavanjem dijametra grkljana, laringealna opstrukcija ili manje izražena adukcija glasnica sa snažnom laringealnom opstrukcijom.

Postupak prikupljanja podataka

Potrebni podatci prikupljeni su u zvučno izoliranoj sobi prilagođenoj za prikupljanje glasovnih uzoraka Zavoda za audiologiju i fonijatriju Kliničkoga bolničkog centra Rijeka. Prilikom prikupljanja podataka korišten je Standardni protokol za procjenu glasa *LingWAVES Voice Protocol* i pripadajuća oprema (WEVOSYS, Oberer Schulweg 15, 91301 Forchheim, Germany). Mikrofon se nalazio na držaču postavljenom na 30 cm udaljenosti od ispitanika. Analizirani su uzorci prolongirane fonacije vokala /a/ i uzorci povezanog teksta (prilog 1). Odabrani povezani tekst preuzet je iz priručnika Međunarodnoga fonetskog društva.²⁷

Ispitanici su prije samog početka prikupljanja podataka upoznati s ciljevima istraživanja, kao i mogućim dobrobitima i rizicima. Potpisivanjem informiranog pristanka, kojim je osigurana anonimnost i zaštita osobnih podataka, ispitanici su pristali na sudjelovanje u istraživanju.

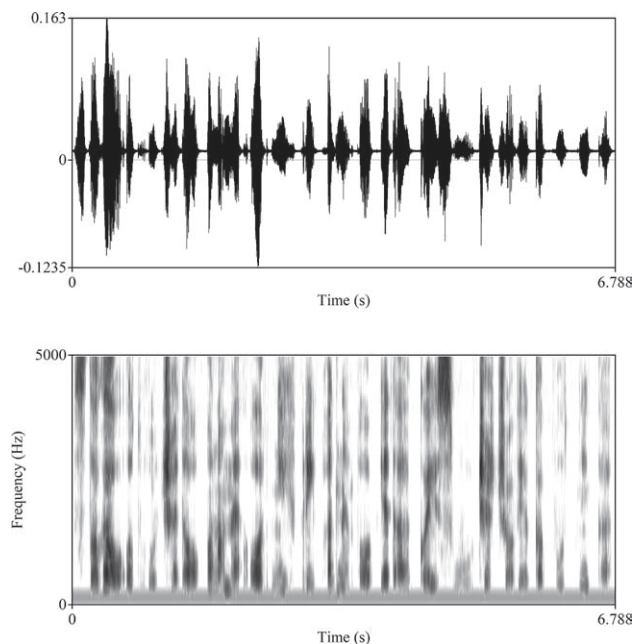
Opis akustičkih parametara

Prikupljene snimke analizirane su od strane logopeda i fonetičara u računalnom programu *Praat*²⁸, pri čemu su izdvojeni sljedeći parametri:

Trajanje rečenica [ms] – Na akustičkom valnom obliku prikazanom u programu *Praat* označen je početak i završetak druge rečenice („Stoga odluče da onome od njih pripadne pobjeda koji svuče čovjeka putnika.“) analiziranog teksta (prilog 1) i izdvojeno vrijeme trajanja (slika 1), uz ponovljenu slušnu reprodukciju kojom se potvrđuje točnost postavljanja označivača.

Trajanje riječi [ms] – Na akustičkom valnom obliku prikazanom u programu *Praat* označen je početak i završetak višesložne riječi [pripadne] iz prethodno analizirane rečenice i izdvojeno vrijeme trajanja, uz ponovljenu slušnu reprodukciju kojom se potvrđuje točnost postavljanja označivača.

Postotak zastoja – definira se kao ukupno trajanje zastoja između zvučnih dijelova signala, podijeljeno s ukupnim trajanjem analiziranog dijela signala. U ovom istraživanju postotak zastoja definiran je standardnim postavkama računalnog programa *Praat*. Dakle, ako je vrijednost parametra *Pitch Floor* postav-



SLIKA 1. AKUSTIČKI VALNI OBLIK I SPEKTROGRAM ANALIZIRANE REČENICE
 FIGURE 1. ACOUSTIC WAVEFORM AND SPECTROGRAM OF ANALYZED SENTENCE

ljena na 75 Hz, svi prekidi dulji od 16,6667 ms smatraju se zastojem u glasu. Postotak zastoja izračunat je iz dvaju govornih zadataka – prolongirane fonacije vokala /a/ i riječi [pripadne], pri čemu su analizirane srednje tri sekunde uzorka prolongirane fonacije.

Sapienza i suradnici u prethodnim su istraživanjima zastoj definirali kao svaki prekid fonacije dulji od 50 ms.¹⁷ Međutim, Roy i suradnici su u svoje istraživanje uključili sve prekide dulje od 20 ms i potvrdili mogućnost utjecaja trajanja zastoja pri diferencijalnoj dijagnostici ovih dvaju poremećaja.¹⁶ Ograničenje ovih istraživanja jest vremenska zahtjevnost manualne vizualne inspekcije valnih oblika i brojanja zastoja, stoga Roy i suradnici ističu potrebu za razvitkom automatski generiranih mjera.¹⁶ Kako bismo identificirali klinički primjenjive akustičke mjere za diferencijalnu dijagnostiku ADSD-a i MTD-a, u ovom istraživanju korišten je računalni program široke dostupnosti i njegove unaprijed određene analize zastoja sa standardnim postavkama.

CPPS – vokalni cepstralni vrhunac (engl. *Cepstral Peak Prominence*, CPPS) jest cepstralno utemeljena akustička mjera kojom se bilježi količina šuma u glasu.²⁰ Njome se mogu odijeliti disfonični od urednih glasova.²⁹ Pokazano je da su cepstralno utemeljene mjere primjenjive i za izrazito aperiodične signale, čime je omogućena procjena različitih stupnjeva disfonije, dok se tradicionalne mjere *jitter* i *shimmer* mogu koristiti samo za procjenu blage do umjerene disfonije.¹⁹ Vrijednosti CPPS-a izračunate su iz prolongira-

ne fonacije vokala /a/ i povezanog teksta (prilog 1) prema postavkama koje navode Murton i suradnici.³⁰

Obrada podataka

Prikupljeni podatci analizirani su u računalnom programu R.³¹ Korištene su standardne metode deskriptivne statistike, neparametrijske metode i ROC-analiza (engl. *The Receiver Operating Characteristic*).

Značajnost pretpostavljenih razlika između ispitanika s ADSD-om i ispitanika s MTD-om s obzirom na prethodno navedene varijable ispitana je Mann-Whitneyevim U-testom za nezavisne uzorke.

Pretpostavljena razlika u postotku zastoja između dvaju govornih zadataka (prolongirana fonacija vokala /a/ i unutar riječi) unutar skupina ispitana je Wilcoxonovim testom ranga i predznaka.

Testiranje hipoteza je provedeno na razini značajnosti 0,05.

Također je analizirana mogućnost korištenja svake od navedenih varijabli za klasifikaciju pacijenata prema dijagnozi (ADSD ili MTD). Pritom je korištena ROC-analiza senzitivnosti i specifičnosti prilikom postavljanja dijagnoze ADSD-a u odnosu na MTD. ROC-krivulja je generirana odabirom vrijednosti graničnih točaka za klasifikaciju te izračunom stopa dobro i pogrešno klasificiranih pacijenata primjenom tih graničnih vrijednosti. Svaka točka ROC-krivulje predstavlja uređeni par proporcije pacijenata koji su pogrešno klasificirani kao SD (x-os) i proporcije pacijenata koji su dobro klasificirani kao SD (y-os). Površina ispod ROC-krivulje jest mjera kvalitete klasifikacije i kreće se u rasponu od 0,5 (čista slučajnost pogotka) do 1 (savršena klasifikacija).

Rezultati

U tablici 2 navedeni su rezultati deskriptivne analize podataka promatranih varijabli za svaku dijagnozu posebno.

Rezultati prikazani tablicom 2 ukazuju da je opravdano pretpostaviti postojanje razlika u navedenim varijablama između dijagnoza pa je ispitana značajnost tih razlika. S obzirom na relativno mali broj podataka korišten je egzaktni Mann-Whitneyev U-test. Tablicom 2 prikazani su rezultati tih analiza.

Kako bi se ispitala pretpostavljena razlika postotka zastoja između govornih zadataka za skupinu ADSD te odsutnost iste za skupinu MTD, korišten je Wilcoxonov test ranga i predznaka. Značajnost razlika ispitana je za obje dijagnoze posebno. Rezultati su prikazani tablicom 3.

Provedena ROC-analiza sugerira da se kao klasifikator između ovih dijagnoza može koristiti postotak zastoja /a/. Pripadna ROC-krivulja klasifikacije na temelju varijable postotak zastoja /a/ prikazana je sli-

TABLICA 2. DESKRIPTIVNA STATISTIKA ZA PROMATRANE VARIJABLE U ODNOSU NA DIJAGNOZU I P-VRIJEDNOST MANN-WHITNEYEVE U-STATISTIKE PRI TESTIRANJU POSTOJANJA RAZLIKA U VARIJABLAMA U ODNOSU NA DIJAGNOZU

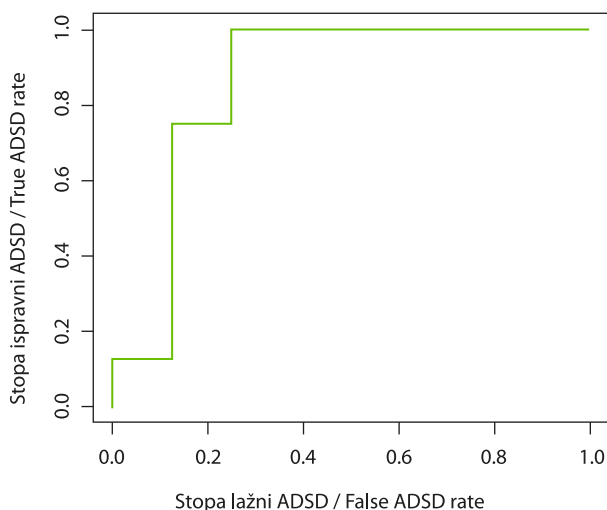
TABLE 2. DESCRIPTIVE STATISTICS FOR OBSERVED VARIABLES REGARDING DIAGNOSIS AND MANN-WHITNEY U P-VALUE OF TESTING DIFFERENCES IN VARIABLES REGARDING THE DIAGNOSIS

	MTD					ADSD					p
	Min	Q1	Median	Q3	Max	Min	Q1	Median	Q3	Max	
Trajanje riječi / Word duration (ms)	0,360	0,44	0,507	0,587	0,682	0,620	0,64	0,677	0,809	1,51	0,005
Trajanje rečenica / Sentence duration (ms)	4,90	5,26	5,99	6,45	12,5	6,03	6,72	7,59	8,77	16,7	0,050
Postotak zastoja /a/ / Percentage of phonation breaks /a/	0	0	0	0,85	48,9	0,204	4,38	20,02	28,2	92,3	0,0164
Postotak zastoja (riječ) / Percentage of phonation breaks (word)	5,97	9,38	14,7	25,6	42,4	12,8	30,6	35,8	38,7	45,8	0,038
CPPS /a/	4,38	7,41	9,35	11	12,5	2,71	7,33	10,3	13	16	0,713
CPPS (tekst) / CPPS (text)	3,71	5,79	6,32	7,01	9,07	3,63	4,91	5,89	6,34	7,47	0,328

TABLICA 3. VRIJEDNOSTI WILCOXONOVA TESTA RANGA I PREDZNAKA I PRIPADNA P-VRIJEDNOST PRI TESTIRANJU RAZLIKA U POSTOTKU ZASTOJA U ODNOSU NA GOVORNI ZADATAK

TABLE 3. VALUES OF WILCOXON SIGNED RANK TEST AND P-VALUE OF TESTED DIFFERENCES IN PERCENTAGE OF BREAKS REGARDING SPEECH TASK

	Wilcoxon	P
ADSD	14	0,6406
MTD	7	0,148



SLIKA 2. ROC-KRIVULJA NA TEMELJU POSTOTKA ZASTOJA /A/ FIGURE 2. ROC CURVE BASED ON PERCENTAGE OF BREAKS /A/

TABLICA 4. TABLICA PROPORCIJE DOBRO I LOŠE KLASIFICIRANIH PACIJENATA

TABLE 4. PROPORTION OF WELL CLASSIFIED AND MISCLASSIFIED PATIENTS

	Dobro klasificirani / Well classified	Loše klasificirani / Misclassified	N
ADSD	6 (75%)	2 (25%)	8
MTD	7 (87,5%)	1 (12,5%)	8

kom 2. Površina ispod ROC krivulje iznosi 0,859, dok je vrijednost Kolmogorov-Smirnov statistike klasifikacije 0,75.

Ukoliko se pacijent dijagnosticira kao ASD ako mu postotak zastoja /a/ nije manji od 5, tablica proporcije dobro i loše klasificiranih pacijenata prikazana je tablicom 4.

Rasprava

Uvidom u rezultate deskriptivne statistike (tablica 2) uočava se značajan raspon podataka na varijabli postotka zastoja /a/ u skupini pacijenta s MTD-om i u skupini pacijenta s ASD-om. Usporedbom prosječnih vrijednosti uočava se da je kod osoba s ASD-om prisutno više zastoja u prolongiranoj fonaciji /a/ uz veće raspršenje rezultata. Također se uočava znatno manja varijabilnost podataka na ovoj varijabli u skupini MTD-a. Sapienza i suradnici u svom istraživanju navode da je diferencijalno-dijagnostički kriterij MTD-a i ASD-a odsutnost zastoja u prolongiranoj fonaciji /a/ pacijenata s MTD-om.¹⁷ Rezultati provedenog istraživanja ukazuju na to da postoje pacijenti s dijagnozom MTD-a kod kojih se ne nalaze zastoji u fonaciji, ali je pokazano da fonatorni zastoji mogu biti obilježje MTD-a i ASD-a, što je u skladu sa zaključkom istraživanja.¹⁶ Pretpostavljamo da se prethodno navedene razlike u odnosu na istraživanje Sapienze i suradnika mogu objasniti činjenicom da je u tom istraživanju kao kriterij uključivanja ispitanika s MTD-om navedeno da ispitanicima perceptivnom procjenom nisu uočeni zastoji u govoru te su definirali zastoj kao svaki prekid fonacije dulji od 50 ms.¹⁷ U ovom istraživanju izdvojeni su prekidi fonacije dulji od 16,6667 ms kako bismo proučili utjecaj i kraćih zastoja na diferencijalnu dijagnostiku i opravdali upotrebu automatski generiranih mjera koje su dostupne u klinički primjenjivim računalnim programima.

Murton i suradnici u svom su radu ponudili normativne vrijednosti CPPS-a, izračunate programom

Praat, koje uspješno odjeljuju disfonične od urednih glasova.³⁰ Navode da se vrijednosti CPPS-a manje od 14,45 dB (prolongirana fonacija) i manje od 9,33 dB (povezani tekst) upućuju na veliku vjerojatnost prisutnosti poremećaja glasa. Analizom vrijednosti CPPS-a dobivenih u ovom istraživanju vidljivo je da je ova mjera u oba govorna zadatka i u obje skupine bolesnike odijelila glasove kao suspektne na vokalnu patologiju. Ovim istraživanjem utvrđeno je da CPPS ne odjeljuje adekvatno ASD i MTD.

Pretpostavljena varijabilnost simptoma s obzirom na postavljeni govorni zadatak i veći broj zastoja u riječi nego u fonaciji kod bolesnika s ASD-om nije potvrđena. Roy i suradnici u svom su istraživanju potvrdili da postoje razlike koje se bilježe na perceptivnim mjerama u odnosu na postavljeni zadatak, dok su Sapienza i suradnici te razlike objektivizirali akustičkim mjerama.^{17,22} Moguće je da se razlika u ovom istraživanju nije pokazala statistički značajnom zbog obilježja odabranih mjera analize zastoja, posebice analiziranja kraćih zastoja. Navedena varijabilnost nije potvrđena ni kod bolesnika s MTD-om, što je u skladu s rezultatima prethodno provedenih istraživanja.²²

Ovim istraživanjem pokazano je da se promatrane skupine ispitanika statistički značajno razlikuju na parametrima: trajanje riječi, trajanje rečenica, postotak zastoja u fonaciji /a/ i postotak zastoja u riječi, pri čemu pacijenti s ASD-om pokazuju statistički značajno veće vrijednosti na promatranim varijablama. Navedeno nas upućuje da promatrani parametri potencijalno mogu imati značaj pri diferencijalnoj dijagnostici ASD-a i MTD-a.

Dobiveni rezultati idu u prilog mišljenju da se analiza učestalosti zastoja potencijalno može izdvojiti kao objektivni dijagnostički kriterij visoke preciznosti i pouzdanosti. Navedeno je u skladu sa smjernicama za dijagnostiku ASD-a koje su opisali Ludlow i suradnici.³²

Daljnjom analizom ROC-krivulje prethodno utvrđenoga mogućeg klasifikatora postotak zastoja /a/ pokazano je da granična vrijednost 5 dobro odjeljuje MTD i ASD. Navedena granična vrijednost, prema dobivenim podacima, dobro klasificira 87,5% pacijenata s MTD-om i 75% pacijenata sa SD-om (tablica 4). Dakle, ukoliko je analizom uzorka fonacije vokala /a/ u računalnom programu *Praat* pronađen postotak zastoja veći ili jednak 5%, velika je vjerojatnost da se radi o glasovnom uzorku osobe s ASD-om. Vrijednosti manje od 5% indikativne su da se radi o MTD-u.

Navedeni podatci upućuju na to da se akustička analiza zastoja u *Praatu* potencijalno može koristiti u kliničkim uvjetima uz FLS i perceptivnu procjenu logopeda, a sama po sebi predstavlja moguću diferencijalno-dijagnostički alat koji nije vremenski zahtjevan i primjenjiv je u kliničkim uvjetima.

Zaključak

Diferencijalna dijagnostika ASD-a i MTD-a temelji se na fonijatrijskom pregledu koji uključuje FLS i perceptivnoj procjeni logopeda. Pojava kompenzacijskih mehanizama kod pacijenta s aduktornom SD može rezultirati sličnim perceptivnim obilježjima glasa MTD-a pa se u istraživanjima teži objektivizaciji perceptivnih obilježja akustičkom analizom obilježja glasa.

Ovim istraživanjem utvrđeno je da 4 akustička parametra (trajanje riječi, trajanje rečenica, postotak zastoja /a/, postotak zastoja [riječ]) dobro odjeljuju ASD i MTD. Nadalje, potvrđeno je da je analizom uzorka fonacije vokala /a/ u računalnom programu *Praat* moguće klasificirati ova dva poremećaja s graničnom vrijednosti 5%. Ako je postotak zastoja veći ili jednak 5% velika je vjerojatnost da se radi o glasovnom uzorku osobe sa SD-om. CPPS ne odjeljuje ove dvije skupine ispitanika. Razlike u pojavnosti simptoma s obzirom na govorni zadatak kod osoba s ASD-om predloženim akustičkim mjerama nisu potvrđene.

Zaključno, ovim istraživanjem utvrđene su akustičke mjere i oblik akustičke analize zastoja primjenjiv u kliničkim uvjetima. Pokazano je da akustička analiza glasovnih uzoraka može dati vrijedne diferencijalno-dijagnostičke podatke te time značajno utjecati na točno postavljanje dijagnoze. Navedeno upućuje na to da bi akustička analiza glasovnih uzoraka trebala biti sastavni dio standardnoga dijagnostičkog protokola poremećaja glasa.

U daljnjim istraživanjima potrebno je utvrditi normativne vrijednosti mjera trajanja riječi i rečenica u sklopu protokola za procjenu glasa ASD-a prilagođenog hrvatskom jeziku te istražiti jesu li mjere predložene ovim istraživanjem primjenjive za utvrđivanje efekta intralaringealne aplikacije botulinum toksina.

Prilog 1.

Sjeverni ledeni vjetar i Sunce su se prepirali o svojoj snazi.

Stoga odluče da onome od njih pripadne pobjeda koji svuče čovjeka putnika.

Vjetar započne snažno puhati, a budući da je čovjek čvrsto držao odjeću, navali on još jače. Čovjek pak, još jače od studeni pritisnut, navuče na sebe još više odjeće, dok se vjetar ne umori i prepusti ga tada Suncu.

Ono u početku zasija umjereno. Kad je čovjek skinuo suvišak odjeće, povisi ono još jače žegu dok se čovjek, u nemogućnosti da odoli sunčevoj toplini, ne svuče i ne pođe na kupanje u rijeku tekućicu.

Priča pokazuje da je često uspješnije uvjeravanje negoli nasilje.

LITERATURA

1. Meyer TK, Blitzer A. Spasmodic Dysphonia. U: Stacy MA, ur. Handbook of dystonia. 1. izd. Boca Raton: CRC Press; 2007, str. 179–88.
2. Aronson AE. Clinical voice disorders. An interdisciplinary approach. 3. izd. New York: Thieme; 1990.
3. Roy N. Differential diagnosis of muscle tension dysphonia and spasmodic dysphonia. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg.* 2010;18(3):165–70.
4. Dworkin JP, Meleca RJ, Abkarian GG. Muscle tension dysphonia. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg.* 2000;8(3):169–73.
5. Blitzer A, Brin MF, Brin MF, Stewart CF. Botulinum toxin management of spasmodic dysphonia (laryngeal dystonia): A 12-year experience in more than 900 patients. *Laryngoscope.* 2015;125(8):1751–7.
6. Murry T, Woodson GE. Combined-modality treatment of adductor spasmodic dysphonia with botulinum toxin and voice therapy. *J Voice.* 1995;9(4):460–5.
7. da Cunha Pereira G, de Oliveira Lemos I, Dalbosco Gadenz C, Cassol M. Effects of Voice Therapy on Muscle Tension Dysphonia: A Systematic Literature Review. *J Voice.* 2018;32(5):546–52.
8. Esposito M, Dubbioso R, Apisa P, Allocca R, Santoro L, Cesari U. Spasmodic dysphonia follow-up with videolaryngoscopy and voice spectrography during treatment with botulinum toxin. *Neurol Sci.* 2015;36(9):1679–82.
9. Tsuji DH, Hachiya A, Dajer ME, Ishikawa CC, Takahashi MT, Montagnoli AN. Improvement of vocal pathologies diagnosis using high-speed videolaryngoscopy. *Int Arch Otorhinolaryngol.* 2014;18(3):294–302.
10. Daraei P, Villari CR, Rubin AD, Hillel AT, Hapner ER, Klein AM i sur. The role of laryngoscopy in the diagnosis of spasmodic dysphonia. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg.* 2014;140(3):228–32.
11. Van Lawrence I. Suggested criteria for fibre-optic diagnosis of vocal hyperfunction. *Professional Voice Symposium.* London: The British Voice Association; 1987.
12. Morrison MD, Nichol H, Rammage IA. Diagnostic criteria in functional dysphonia. *Laryngoscope* 1986;96:1–8.
13. Koufman JA, Blalock PD. Functional voice disorders. *Otolaryngol Clin North Am.* 1991;24(5):1059–73.
14. Garaycochea O, Navarrete JMA, del Río B, Fernández S. Muscle Tension Dysphonia: Which Laryngoscopic Features Can We Rely on for Diagnosis? *J Voice.* 2019;33(5):812.e15–18.
15. Roy N, Mazin A, Awan SN. Automated acoustic analysis of task dependency in adductor spasmodic dysphonia versus muscle tension dysphonia. *Laryngoscope.* 2014;124(3):718–24.
16. Roy N, Whitchurch M, Merrill RM, Houtz D, Smith ME. Differential diagnosis of adductor spasmodic dysphonia and muscle tension dysphonia using phonatory break analysis. *Laryngoscope.* 2008;118(12):2245–53.
17. Sapienza CM, Walton S, Murry T. Adductor spasmodic dysphonia and muscular tension dysphonia: Acoustic analysis of sustained phonation and reading. *J Voice.* 2000;14(4):502–20.
18. Buckley DP, Cadiz MD, Eadie TL, Stepp CE. Acoustic model of perceived overall severity of dysphonia in adductor-type laryngeal dystonia. *J Speech Lang Hear Res.* 2020;63(8):2713–22.
19. Patel RR, Awan SN, Barkmeier-Kraemer J, Courey M, Deliyiski D, Eadie T i sur. Recommended Protocols for Instrumental Assessment of Voice: American Speech-Language-Hearing Association Expert Panel to Develop a Protocol for Instrumental Assessment of Vocal Function. *Am J Speech Lang Pathol.* 2018;27(3):887–905.
20. Cannito MP, Doiuchi M, Murry T, Woodson GE. Perceptual structure of adductor spasmodic dysphonia and its acoustic correlates. *J Voice.* 2012;26(6):818.e5–13.
21. Edgar JD, Sapienza CM, Bidus K, Ludlow CL. Acoustic measures of symptoms in abductor spasmodic dysphonia. *J Voice.* 2001;15:362–72.
22. Roy N, Gouse M, Mauszycki SC, Merrill RM, Smith ME. Task specificity in adductor spasmodic dysphonia versus muscle tension dysphonia. *Laryngoscope.* 2005;115(2):311–6.
23. Rees CJ, Blalock PD, Kemp SE, Halum SL, Koufman JA. Differentiation of adductor-type spasmodic dysphonia from muscle tension dysphonia by spectral analysis. *Otolaryngol – Head Neck Surg.* 2007;137(4):576–81.
24. Morrison MD, Rammage LA. Muscle misuse voice disorders: Description and classification. *Acta Otolaryngol.* 1993;113(3):428–34.
25. Lawrence VL. Suggested Criteria for Fibre-Optic Diagnosis of Vocal Hyperfunction. U: Care of the Professional Voice Symposium. London: The British Voice Association; 1987.
26. Ludlow CL, Adler CH, Berke GS, Bielamowicz SA, Blitzer A, Bressman S i sur. Research priorities in spasmodic dysphonia. *Otolaryngol – Head Neck Surg.* 2008;139(4):495–505.
27. *International Phonetic Association.* Handbook of the International Phonetic Association. Cambridge: Cambridge University Press; 1999.
28. Boersma P, Weenink D. Praat, a system for doing phonetics by computer [Internet]. 2021. Dostupno na: <http://www.praat.org/>. Pristupljeno: 16. siječnja 2021.
29. Heman-Ackah YD, Heuer RJ, Michael DD, Ostrowski R, Horman M, Baroody MM i sur. Cepstral peak prominence: A more reliable measure of dysphonia. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 2003;112(4):324–33.
30. Murton O, Hillman R, Mehta D. Cepstral peak prominence values for clinical voice evaluation. *Am J Speech-Language Pathol.* 2020;29(3):1596–607.
31. Team RC. R: A language and environment for statistical computing [Internet]. Vienna, Austria; 2020. Dostupno na: <https://www.r-project.org/>. Pristupljeno: 16. siječnja 2021.
32. Ludlow CL, Domangue R, Sharma D, Jinnah HA, Perlmutter JS, Berke G i sur. Consensus-based attributes for identifying patients with spasmodic dysphonia and other voice disorders. *JAMA Otolaryngol – Head Neck Surg.* 2018;144(8):657–65.