



Akustička i perceptivna analiza glasa u bolesnika s puberfonijom prije i nakon glasovne terapije

Acoustic and perceptual analysis of voice quality in patients with puberphonia before and after vocal therapy

Ivana Šimić¹, Ana Bonetti², Juraj Slipac^{1✉}

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

²Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Deskriptori

GLASOVNI POREMEĆAJI – liječenje, patofiziologija; KVALITETA GLASA; GLASOVNA TERAPIJA; FONACIJA; GOVORNA AKUSTIKA; GOVORNA PERCEPCIJA; ISPITIVANJE PROIZVODNJE GOVORA – metode; ISHOD LIJEČENJA

Descriptors

VOICE DISORDERS – physiopathology, therapy; VOICE QUALITY; VOICE TRAINING; PHONATION; SPEECH ACOUSTICS; SPEECH PERCEPTION; SPEECH PRODUCTION MEASUREMENT – methods; TREATMENT OUTCOME

SAŽETAK. *Uvod:* Puberfonija je funkcionalni glasovni poremećaj karakteriziran nemogućnošću promjene glasa iz frekvencijski višeg, predadolescentnog, u frekvencijski niži glas adolescencije i odrasle dobi. Cilj ovog istraživanja bio je napraviti usporedbu parametara akustičke i perceptivne analize karakteristika glasa kod bolesnika s puberfonijom prije i nakon provedene glasovne terapije te evaluirati ishode terapije. *Metode:* U istraživanje je uključeno 19 bolesnika s dijagnosticiranom puberfonijom. Svim su ispitanicima karakteristike glasa procijenjene objektivnom i subjektivnom procjenom glasa u dva navrata – prije i nakon provođenja glasovne terapije. Objektivna procjena karakteristika glasa obuhvatila je parametre akustičke analize glasa zadržane fonacije samoglasnika /a/ i obrađena je pomoću programa PRAAT, kojim su izračunati FO, jitter, shimmer te omjer harmoničnog i šumnog dijela spektra (HNR). Perceptivna procjena karakteristika glasa napravljena je pomoću skale GRBAS. Za bolesnikovu samoprocjenu kvalitete glasa korištena je hrvatska verzija upitnika *Indeks vokalnih teškoća* (VHI). Uspoređivane su vrijednosti navedenih parametara prije i nakon završetka logopedskog terapijskog postupka. *Rezultati:* Frekvencija fonacije statistički se značajno smanjila ($p < 0,0001$) po provođenju terapije sa 209,16 ($\pm 8,80$) Hz na 132,32 ($\pm 7,48$) Hz. Usporedba ostalih parametara akustičke analize glasa (jitter, shimmer te omjer harmoničnog i šumnog dijela spektra) prije i nakon terapije također pokazuju statistički značajno smanjenje. Rezultati skale GRBAS i upitnika VHI po terapiji pokazuju statistički značajno smanjenje. *Zaključak:* Akustička i perceptivna analiza glasa adekvatne su metode za potpunu analizu karakteristika glasa bolesnika s puberfonijom te za procjenu učinka logopedске terapije na promjene karakteristika glasa. Glasovna terapija je iznimno učinkovita u liječenju puberfonije i smatra se metodom izbora liječenja.

SUMMARY. *Background:* Puberphonia is a functional voice disorder characterised by inability to change voice frequency from higher, pre-adolescent voice, to lower frequency of adolescent and adult voice. *Aim:* The aim of this study was to evaluate the outcomes of speech pathologist voice therapy in patients with puberphonia. *Methods:* This study included 19 patients suffering from puberphonia. Voice characteristics of all patients were assessed by objective and subjective methods before and after voice therapy. Objective assessment of voice included acoustic analysis of phonation of the vowel /a/ and was done using the PRAAT program, which calculated the following parameters: fundamental frequency (FO), jitter, shimmer, and harmonics to noise ratio. The perceptual assessment of voice quality was evaluated using GRBAS scale. Validated Croatian version of the Voice Handicap Index-10 (VHI) was used for subjective self-assessment of the severity of vocal symptoms. *Results:* Patients phonation frequency statistically significantly decreased after the therapy from 209.16 (± 8.80) Hz to 132.32 (± 7.48) Hz, ($p < 0.0001$). There were statistically significant differences between pre- and post-treatment values of other parameters of acoustic analysis (jitter, shimmer, harmonic to noise ratio). Results of GRBAS scale and VHI questionnaire also showed statistically significant reduction after the treatment. *Conclusion:* Acoustic analysis and perceptual assessment of voice are adequate methods for analysis of voice characteristics of patients suffering from puberphonia and for evaluation of the effects of voice therapy. Voice therapy is highly effective in the treatment of puberphonia and is considered a method of choice.

Pubertet, period u kojem dolazi do mutacije, razdoblje je rasta i razvoja pojedinca praćeno dramatičnim, hormonalno uvjetovanim fizičkim i emocionalnim promjenama cijelog organizma, uključujući i grkljan. Promjene grkljana tijekom ovoga životnog perioda obuhvaćaju promjenu položaja grkljana na vratu uslijed spuštanja (izražavanje u dječaka), smanji-

✉ Adresa za dopisivanje:

Juraj Slipac, dr. med.,
Klinika za bolesti uha, nosa, grla i kirurgiju glave i vrata,
Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Klinički bolnički centar Zagreb,
Kišpatičeva 12, Zagreb, e-pošta: jslipac@gmail.com
Primljeno 1. ožujka 2021., prihvaćeno 8. lipnja 2021.

vanje kuta štitne hrskavice na 90° kod muškaraca i 120° kod žena, povećanje duljine glasnica, difuzno zadebljanje sluznice grkljana, uvećanje epiglotisa te sazrijevanje i raslojavanje lamine proprije sluznice glasnica s jednog sloja u djece na tri sloja u odraslih ljudi. Navedene promjene rezultiraju produblivanjem glasa, tj. smanjenjem frekvencije fonacije sa 220–250 Hz u djece na 100–180 Hz u muškaraca i 180–220 Hz u žena te povećanjem vokalne snage.¹

Puberfonija je definirana kao funkcijski poremećaj karakteriziran nemogućnošću promjene iz višeg glasa predadolescencije u niži glas adolescencije i odrasle dobi, tj. zadržavanje dječjih karakteristika visokoga glasa u postpubertetskoj dobi. Ovaj je poremećaj poznat i kao mutacijski falset, adolescentna muška prijelazna disfonija, prolongirana mutacija, nepotpuna mutacija i trajni falset.^{1,2}

U puberfoniji mehanizam neprimjerene frekvencije fonacije korelira s početkom nekontroliranih promjena glasovnih izvedbi te kolebanjem između karakteristika djeteta i karakteristika mlade odrasle osobe. Puberfonija bez intervencije i provođenja terapije postaje kroničnim poremećajem s posljedičnim emocionalnim i psihičkim tegobama izazvanim poremećenom komunikacijom i reakcijom sredine.²

Puberfonija se u pravilu javlja kod dječaka, no izuzetno rijetko može se javiti i kod djevojčica. Tada se naziva maloljetničkim rezonancijskim poremećajem ili „glasom djevojčice“. Iako u literaturi postoje radovi koji puberfoniju pripisuju organskim razlozima, nepodijeljeno je mišljenje da se radi o funkcionalnom poremećaju izazvanom psihološkim uzrocima, uključujući neprihvatanje novog glasa, nezrelost i neugodnost zbog novopostignutog tona i drugih karakteristika glasa. Anatomske odnose unutar grkljana kao i izgled glasnica kod bolesnika su uredni.²

Budući da se puberfonija javlja uglavnom kod dječaka, hormonalne promjene također se smatraju jednim od etioloških čimbenika. Tako je utvrđeno da su razine pojedinih enzima i hormona poput GPER-1, 17-HSD i cAMP više u bolesnika s puberfonijom nego u kontrolnoj skupini, što sugerira da bi mogle biti važne u dijagnozi i liječenju ovog poremećaja.³

Akustička analiza glasa je objektivna metoda procjene kvalitete glasa. Obuhvaća mjerenje vrijednosti akustičkih parametara u glasovnim zapisima (govor ili fonacija) pomoću akustičkih programa za analizu glasa (PRAAT, Multi-Dimensional Voice Program – MDVP). Najčešće mjereni akustički parametri jesu fundamentalna frekvencija (F0), *jitter*, *shimmer* te omjer harmoničnog i šumnog dijela spektra (HNR). Fundamentalna frekvencija (F0) odnosi se na broj vibracija koje glasnice učine u periodu od 1s tijekom opuštene fonacije i doživljava se kao visina glasa. *Jitter* se definira kao kolebanje frekvencije F0 i izražava se u

postotcima (%), a odnosi se na mikronepravilnosti u brzini vibracija glasnica. *Shimmer* se odnosi na brzo kolebanje amplituda, tj. na intenzitetsku nepravilnost glasa. Najčešće se izražava u decibelima (dB) ili postotcima (%).⁴ Perceptivne karakteristike glasa analiziraju se skalom GRBAS, standardizanom skalom za profesionalnu subjektivnu procjenu kvalitete glasa bolesnika. Sadrži pet kvalitativnih parametara glasa: *Grade of abnormality* (G), *Roughness* (R), *Breathiness* (B), *Asthenia* (A) i *Strain* (S), a svaki se od parametara stupnjuje skalom od četiri stupnja (0 – *normal voice*, 1 – *mild deviation*, 2 – *moderate deviation* i 3 – *severe deviation*). Ispitivač procjenom navedenih parametara stvara glasovni profil ispitanika.⁴ Samoprocjena kvalitete glasa vrši se ispunjavanjem upitnika *Voice Handicap Index* (VHI). Zbroj VHI 0–30 označava minimalni do blagi poremećaj, 31–60 umjereni poremećaj, dok vrijednost VHI 61–120 označava teško glasovno oštećenje.⁴

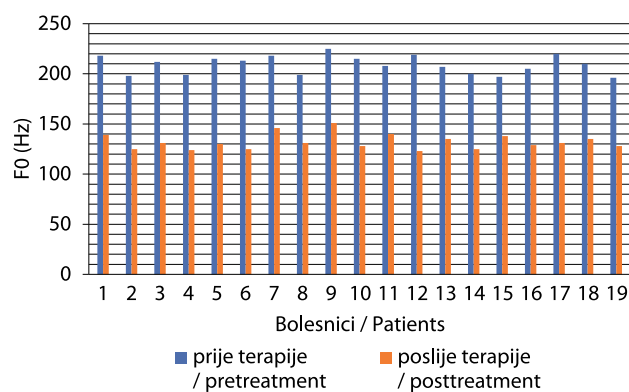
Istraživanja o puberfoniji su malobrojna, kako o akustičkim vrijednostima kvalitete glasa tako i o rezultatima provođenja brojnih metoda liječenja. S druge pak strane, akustična i perceptivna analiza su široko prihvaćene metode u procjeni kvalitete različitih poremećaja glasa.^{5,6} Cilj ovog rada bio je ispitati učinak glasovne terapije na kvalitetu glasa bolesnika s puberfonijom.

Ispitanici

U petogodišnjem ispitivanom periodu, od siječnja 2014. do siječnja 2019. godine, u Fonijatrijskom centru Klinike za bolesti uha, nosa i grla i kirurgiju glave i vrata KBC-a Zagreb puberfonija je dijagnosticirana u 24 bolesnika. U ovo istraživanje uključeno je 19 muških bolesnika u dobi između 15 i 19 godina (prosječna dob 16,78 godina, SD 1,35). Isključujući kriteriji bili su organske promjene grkljana, endokrinološki poremećaji te druge sistemske bolesti.

Metode

Po prvom dolasku na pregled svim bolesnicima je učinjena laringoskopija i videostroboskopija od strane fonijatra i kompletna obrada glasa koju čine objektivna i perceptivna procjena kvalitete glasa od strane logopeda. Objektivna procjena obuhvatila je akustičku analizu zadržane fonacije samoglasnika /a/ i napravljena je pomoću programa PRAAT (Phonetic Sciences, University of Amsterdam, Spuistraat 134, Amsterdam), kojim su izračunati sljedeći parametri: fundamentalna frekvencija (F0), *jitter*, *shimmer* te HNR. Perceptivna procjena napravljena je pomoću skale GRBAS, koju je ispunio logoped na uzorku spontanog govora svakog sudionika.⁷ Za samoprocjenu glasa korištena je hrvatska verzija upitnika *Indeks vokalnih teškoća* (*Voice Handicap Index*, VHI), a u svrhe ovog istraživanja uzimala se ukupna vrijednost VHI-a.⁸



SLIKA 1. PRIKAZ UTJECAJA GLASOVNE TERAPIJE NA PROMJENU FREKVENCIJE GLASA BOLESNIKA (Fo)
FIGURE 1. IMPACT OF VOICE THERAPY ON PHONATION FREQUENCY (Fo)

TABLICA 1. VRIJEDNOSTI PARAMETARA AKUSTIČKE ANALIZE GLASA PRIJE I NAKON TERAPIJE

TABLE 1. PRE- AND POST-TREATMENT RESULTS OF VOICE ANALYSIS PARAMETERS

Rezultati analize glasa prije i nakon terapije / Pre- and post-treatment results of voice analysis				
Vrijeme analize / Time of analysis	Akustički parametri / Acoustic parameters			
	F0 (Hz)	Jitter (%)	Shimmer (dB)	HNR
Prije terapije / Pretreatment	209,16 ± 8,80	1,91 ± 0,56	3,84 ± 0,39	21,42 ± 2,74
Nakon terapije / Posttreatment	132,32 ± 7,48	0,56 ± 0,24	2,12 ± 0,59	18,11 ± 2,79
Z	-3,82	-2,20	-1,98	-3,82
p	< 0,0001	< 0,03	< 0,005	< 0,0001

Ispitanici su bili uključeni u individualnu glasovnu terapiju u trajanju od 6–8 tjedana. Prva dva tjedna terapija se odvijala intenzivno (tri puta tjedno), dok se preostalih 4–6 tjedna terapija provodila jedanput tjedno u trajanju 45 minuta.

Vokalna terapija je uključivala nekoliko individualno prilagođenih terapijskih tehnika: metodu opuštanja i smanjenja napetosti mišića grkljana, metodu fonacija

najniže moguće frekvencije koju bolesnici mogu proizvesti, metodu *audio feedbacka* koja se provodila pomoću aparata *Verboton G30L* (Verbosonic d.o.o., 1. Podfuscak 2, Zagreb) s ciljem postizanja optimalne kvalitete glasa, metodu korištenja vegetativnih zvukova – proizvodnje glasa kroz smijeh i kašalj, metodu sugestije, savjetovanje bolesnika da prihvate svoj novi glas kao svoj vlastiti te digitalnu (manualnu) manipulaciju štitne hrskavice tijekom produkcije samoglasnika, logatoma, riječi i rečenica. Po završetku terapije proveden je isti protokol pregleda (laringoskopija i videostroboskopija) i multidimenzionalne procjene kvalitete glasa koja je uključivala akustičku analizu glasa, perceptivnu procjenu skalom GRBAS i ispunjavanje VHI-a.

Statistička obrada podataka

Statistička obrada napravljena je pomoću *MedCalc Statistical Software*, verzija 19.4.0 (MedCalc Software Ltd, Ostend, Belgija). Prikupljeni podatci analizirani su i grafički prikazani. Za testiranje normalnosti distribucija kvantitativnih obilježja primijenjen je Kolmogorov-Smirnovljev test. Normalno distribuirane varijable prikazane su putem srednjih vrijednosti i standardnih devijacija, a varijable koje ne slijede normalnu distribuciju opisane su medijanom i rasponom. Usporedba vrijednosti analiziranih parametara prije i poslije provedene rehabilitacije učinjena je Wilcoxonovim testom sume rangova.

Rezultati

Srednja vrijednost F0 prije glasovne terapije bila je $209,16 \pm 8,80$ Hz u usporedbi sa $132,32 \pm 7,48$ Hz nakon terapije uz statistički značajnu razliku ($p < 0,0001$). Prije terapije srednja vrijednost *jittera* bila je $1,91 \pm 0,56\%$, a nakon terapije $0,56 \pm 0,24\%$. Smanjenje vrijednosti bilo je statistički značajno ($p < 0,03$). Srednja vrijednost *shimera* prije terapije bila je $3,84 \pm 0,39$ dB. Po terapiji je zamijećeno statistički značajno smanjenje ($p < 0,05$) na $2,12 \pm 0,59$ dB. Predterapijska vrijednost HNR-a bila je $21,42 \pm 2,74$, dok je postterapijska vrijednost iznosila $18,1 \pm 2,79$, također uz stati-

TABLICA 2. PRIKAZ VRIJEDNOSTI SKALE GRBAS I UPITNIKA VHI PRIJE I NAKON TERAPIJE

TABLE 2. PRE- AND POST-TREATMENT GRBAS AND VHI SCORE

Rezultati procjene glasa prije i nakon terapije / Voice evaluation results pre- and post-treatment						
Vrijeme analize / Time of analysis	skala GRBAS / GRBAS scale					VHI
	G	R	B	A	S	
Prije terapije / Pretreatment	2,74±0,44	2,84± 0,36	2,89±0,31	2,74±0,44	2,68 ± 0,46	34,89±3,58
Nakon terapije / Posttreatment	0,32±0,46	0,42±0,49	0,68±0,46	0,37±0,48	0,42 ± 0,49	7,47± 1,98
Z	-3,82	-3,82	-3,82	-3,82	-3,82	-3,82
p	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001

stički značajnu promjenu ($p < 0,0001$). Rezultati akustičke analize prije i nakon rehabilitacije prikazani su na slici 1 i u tablici 1.

Ukupni rezultati VHI-a po provedenoj terapiji statistički su se značajno smanjili sa $34,89 \pm 3,58$ na $7,47 \pm 1,98$. Utjecaj terapije na sve kategorije skale GRBAS bio je statistički značajan u vidu smanjenja rezultata (tablica 2).

Rasprava

Puberfonija je funkcionalni glasovni poremećaj koji predstavlja nemogućnost promjene iz višeg glasa predadolescencije u niži glas adolescencije i odrasle dobi. Još uvijek nije s potpunom sigurnošću utvrđen temelj razvoja ove bolesti, no dosadašnja istraživanja ukazuju na čimbenike promijenjene osobnosti te psihološke i socijalne poremećaje koji utječu na razvoj bolesti.^{2,9,10} Sustavna analiza kvalitete glasa koja bi obuhvaćala kompletnu akustičku i perceptivnu analizu ove bolesti kao i rezultati i utjecaj provedene glasovne terapije na karakteristike glasa rijetki su u dostupnoj literaturi. Uglavnom se radi o istraživanjima koja koriste samo neke od prethodno navedenih analiza ili pak samo tijekom dijagnostike ili za druge terapijske postupke koji ne uključuju glasovnu terapiju.

Li i suradnici su koristili akustičku analizu procjene kvalitete glasa kod puberfonije uspoređujući 4 skupine ispitanika (polip glasnice, rani stadij karcinoma glasnice, puberfonija i ispitanici s urednim funkcionalnim i morfološkim nalazom grkljana).¹¹ F0 je bio najviši upravo kod puberfonije, a statistički je F0 značajno bio viši kod puberfonije i ranog karcinoma grkljana nego u druge dvije skupine ($p < 0,05$), no nije bilo značajne razlike u odnosu na ispitanike s polipima glasnica. *Jitter* i *shimmer* su statistički značajno bili viši kod ispitanika s polipima glasnica nego kod puberfonije. Međutim, između bolesnika s puberfonijom i ispitanika bez poremećaja na glasnica nije bilo statistički značajne razlike *jittera* i *shimmera* ($p > 0,05$). Autori zaključuju kako su F0, *jitter* i *shimmer* važni parametri za procjenu varijacije tona fonacije i mogu razlikovati puberfoniju od drugih poremećaja glasa.¹¹

Većina autora zagovara glasovnu terapiju kao metodu izbora liječenja ovog poremećaja.^{10,12–14} Glasovna terapija se koristi za uspostavljanje odgovarajuće slušne povratne informacije s namjerom ispravljanja patološke vokalne navike. Trajanje terapije u pravilu je 4–6 tjedana, što smo i mi proveli u ovom istraživanju, iako u pojedinim slučajevima terapija može trajati i do godinu dana.

Liang i suradnici su izvijestili o značajnim zvučnim i aerodinamičkim promjenama kod bolesnika s puberfonijom već 4 tjedna nakon početka glasovne terapije. Uočili su značajno povećanje maksimalnog vremena fonacije sa 14,70 sekundi na 21,16 sekundi ($p < 0,001$), smanjenja rezultata VHI-a sa 22,03 na 4,31 ($p < 0,001$)

i smanjenja prosječne F0 sa 196,86 Hz na 143,49 Hz ($p < 0,001$).¹⁴ Naši rezultati također potvrđuju statistički značajno poboljšanje ispitivanih parametara glasa nakon provedene glasovne terapije.

U svom istraživanju na 15 bolesnika s puberfonijom Lim i suradnici su istraživali akustičke i elektroglografske značajke prije i nakon glasovne terapije te utvrdili smanjenje frekvencije fonacije i poboljšanje kvalitete glasa po provedenoj logopedskoj terapiji.¹⁵

Istraživanje Daglija i suradnika pokazalo je značajne pozitivne učinke glasovne terapije u bolesnika s puberfonijom na promjene u percepcijskoj procjeni i poboljšanje parametara akustičke analize nakon glasovne terapije.¹⁰ U navedenoj retrospektivnoj studiji sudjelovalo je 45 bolesnika s puberfonijom. Prosječna vrijednost F0 prije terapije iznosila je 241 ($\pm 41,4$) Hz, *jittera* 1,19 ($\pm 0,64$) % te *shimmera* 3,71 ($\pm 1,00$) dB. Nakon 6 mjeseci provođenja terapije vrijednost F0 iznosila je 138 ($\pm 15,9$) Hz, *jittera* 0,54 ($\pm 0,31$)% te *shimmera* 2,97 ($\pm 1,04$)% uz statistički značajno smanjenje vrijednosti parametara. Navedeno dokazuje uspješnost glasovne terapije u liječenju puberfonije, a rezultati su uspoređivi s rezultatima našeg istraživanja.

Varma i suradnici su uspoređivali parametre akustičke analize glasa nakon glasovne terapije puberfonije na jedanaest muškaraca u dobi između 18 i 26 godina. Rezultati su pokazali statistički značajno poboljšanje vrijednosti parametara akustičke analize po provedenoj terapiji. Autori navode značajno poboljšanje posebice ističući pozitivan utjecaj terapije na mentalno stanje bolesnika.¹³

Pojedine studije su istraživale rezultate akustičke analize drugih terapijskih postupaka kod puberfonije. Denizoglu i suradnici su dokazali učinkovitost tehnike glasovne terapije metodom *DoctorVox* koja koristi visoki povratni tlak zraka tijekom logopedskih vježbi. Nakon 6 mjeseci redovite terapije dokazano je statistički značajno poboljšanje vrijednosti VHI-10, GRBAS, F0, F1, F2, F3, *jittera* i *shimmera*.¹⁶ Autori zaključuju kako je tehnika glasovne terapije *DoctorVox* vrlo učinkovita u liječenju puberfonije, pri čemu bolesnike treba redovito pratiti najmanje 6 mjeseci nakon završetka liječenja u svrhu optimizacije ishoda liječenja. Roy i suradnici ispitivali su neposredne učinke manualne repozicije grkljana kao primarne metode liječenja puberfonije na karakteristike glasa.¹⁷ Usporedbom parametara kvalitete glasa u 12 bolesnika dokazali su pozitivan učinak repozicije grkljana na kvalitetu glasa uz napomenu kako je uz manualnu repoziciju grkljana adjuvantna bihevioralna terapija neophodna za postizanje optimalnog rezultata liječenja te se navedene metode mogu smatrati metodom izbora liječenja puberfonije.¹⁷

Opisani su i drugi postupci rehabilitacije glasa u liječenju puberfonije, od kojih su neki invazivni, poput primjene tzv. manevra donje čeljusti, metode manipulacije grkljana u općoj anesteziji ili primjene intubacij-

skog laringoskopa.^{18–20} U literaturi se spominju i kirurški postupci poput mobilizacije jezične kosti i gornje polovice štitne hrskavice, injekcijska laringoplastika hijaluronskom kiselinom te kemodenervacija toksinom *Botulinum*.^{21–24}

Učinak navedenih metoda na poboljšanje kvalitete glasa nije nedvojbeno dokazan te se ne smatraju metodom izbora liječenja puberfonije.

Alternativa konzervativnoj terapiji može biti i kirurški zahvat (tireoplastika tipa 3) kojom se promjenama mase, duljine i napetosti glasnice želi poboljšati kvaliteta glasa. Primjena metode rezultira tek ograničenim poboljšanjem glasa i preporučuje se samo u slučajevima neuspjeha glasovne terapije.^{25,26}

Zaključci

Puberfonija je poremećaj glasa u kojem ne dolazi do pojave mutacije za vrijeme puberteta. Grkljan je pritom potpuno uredne građe i izgleda s obzirom na dob i spol. Prilikom dijagnosticiranja i liječenja puberfonije multidisciplinarna suradnja je od iznimne važnosti i njome se postižu optimalni rezultati. Naglašavamo važnost kompletne analize kvalitete glasa koja obuhvaća samoprocjenu biopsihosocijalnog utjecaja kvalitete glasa na kvalitetu života, akustičku i perceptivnu analizu, kako prije tako i nakon završetka terapije. Iako je opisan niz terapijskih postupaka i metoda liječenja, glasovna terapija je metoda izbora liječenja puberfonije jer je neinvazivna, a dokazano učinkovita, što dokazuju i rezultati našega istraživanja. Bolesnici u ovom istraživanju postigli su uredan postpubertetski glas već 4–6 tjedana nakon početka terapije. S obzirom na rijetku pojavnost puberfonije kao i nedostatak istraživanja, neophodno je nastaviti istraživati ovu bolest i razvijati dijagnostičko-terapijske postupke s obzirom na ozbiljne glasovne, emocionalne i psihosocijalne posljedice neliječenja.

LITERATURA

- Chandra ST, Rao SM, Kumar AY, Murthy P. Puberphonia. *Int J Phonosurg Laryngol*. 2011;1(1):19–20.
- Kaplan SL. Mutational falsetto. *J Am Acad Child Psychiatry* 1982;21(1):82–5.
- Sagiroglu S, Kilinc M, Doganer A, Bilal N, Orhan I, Kilic MA. G protein coupled oestrogen receptor 1, aromatase, 17 β -HSD and cAMP level in mutational falsetto. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2020;277(4):1121–7.
- 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-Language Pathol*. 2018;27(3):887–99.
- Lee SH, Hong KH, Kim JS, Hong YT. Perceptual and Acoustic Outcomes of Early-Stage Glottic Cancer After Laser Surgery or Radiotherapy: A Meta-Analysis. *Clin Exp Otorhinolaryngol*. 2019;12(3):241–8.
- Lopes LW, Alves JDN, Evangelista DDS i sur. Accuracy of traditional and formant acoustic measurements in the evaluation of vocal quality. *Codas*. 2018;22:30–3.
- De Bodt MS, Wuyts FL, Van de Heyning PH, Croux C. Test-retest study of the GRBAS scale: influence of experience and professional background on perceptual rating of voice quality. *J Voice*. 1997;11(1):74–80.
- Bonetti A, Bonetti L. Cross-Cultural Adaptation and Validation of the Voice Handicap Index Into Croatian. *J Voice*. 2002;27:130–4.
- Hodges-Simeon CR, Gurven M, Puts DA, Gaulin SJ. Vocal fundamental and formant frequencies are honest signals of threat potential in peripubertal males. *Behav Ecol*. 2014;25(4):984–8.
- Dagli M, Sati I, Acar A, Stone RE Jr, Dursun G, Eryilmaz A. Mutational falsetto: intervention outcomes in 45 patients. *J Laryngol Otol*. 2008;122(3):277–81.
- Li G, Hou Q, Zhang C, Jiang Z, Gong S. Acoustic parameters for the evaluation of voice quality in patients with voice disorders. *Ann Palliat Med*. 2021;10(1):130–6.
- Prathanee B. Mutational falsetto voices: voice therapy. *J Med Assoc Thai*. 1996;79(6):388–94.
- Varma A, Agrahari AK, Kumar R, Kumar V. Role of Voice Therapy in Patients with Mutational Falsetto. *Int J Phonosurg Laryngol*. 2015;5(1):25–7.
- Liang FY, Huang XM, Chen L, Huang YZ, Zhang XY, Su JH i sur. Voice Therapy Effect on Mutational Falsetto Patients: A Vocal Aerodynamic Study. *J Voice*. 2017;31(1):114–5.
- Lim JY, Lim SE, Choi SH, Kim JH, Kim KM, Choi HS. Clinical characteristics and voice analysis of patients with mutational dysphonia: clinical significance of diplophonia and closed quotients. *J Voice*. 2007;21(1):12–9.
- Denizoglu II, Sahin M, Bayrak S, Uygun MN. Efficacy of Doctorvox Voice Therapy Technique for Mutational Falsetto. *J Voice*. 2019;33(6):950–8.
- Roy N, Peterson EA, Pierce JL, Smith ME, Houtz DR. Manual laryngeal reposturing as a primary approach for mutational falsetto. *Laryngoscope*. 2017;127(3):645–50.
- Saltürk Z, Doğanay T, Üstün O, Tutar B, Akgün MF, Uyar Y. Efficacy of Low Mandible Maneuver on Mutational Falsetto. *Folia Phoniatri Logop*. 2020;27:1–6.
- Vaidya S, Vyas G. Puberphonia: A novel approach to treatment. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2006;58(1):20–1.
- Khan MA, Khan M, Ahmed A, Usman HB. Effectiveness of surgical technique of larynx manipulation in cases of puberphonia. *J Postgrad Med Inst*. 2019;33(1):57–9.
- Hamdan AL, Khalifee E, Ghanem A, Jaffal H. Injection Laryngoplasty in Patients With Puberphonia. *J Voice*. 2019;33(4):564–6.
- Pau H, Murty GE. First case of surgically corrected puberphonia. *J Laryngol Otol*. 2001;115(1):60–1.
- van den Broek EM, Vokes DE, Dorman EB. Bilateral In-Office Injection Laryngoplasty as an Adjunctive Treatment for Recalcitrant Puberphonia: A Case Report and Review of the Literature. *J Voice*. 2016;30(2):221–3.
- Woodson GE, Murry T. Botulinum toxin in the treatment of recalcitrant mutational dysphonia. *J Voice*. 1994;8(4):347–51.
- Li GD, Mu L, Yang S. Acoustic evaluation of Isshiki type III thyroplasty for treatment of mutational voice disorders. *J Laryngol Otol*. 1999;113(1):31–4.
- Nakamura K, Tsukahara K, Watanabe Y, Komazawa D, Suzuki M. Type 3 thyroplasty for patients with mutational dysphonia. *J Voice*. 2013;27(5):650–4.