

UTJECAJ VOKALNE PROBE NA AKUSTIČKE KARAKTERISTIKE GLASA PROFESIONALNIH PJEVAČICA

GORDANA KOVAČIĆ • MLADEN HEĐEVER • ALEKSANDAR BUĐANOVAC

primljeno: siječanj 2000.
prihvaćeno: listopad 2000.

Izvorni znanstveni članak
UDK: 376.36

Fonacija u profesionalnih pjevača svojevrsna je atletika. Zahtijeva ne samo dobru vokalnu tehniku, nego i zdravlje vokalnog aparata. To se postiže redovitim vokalnim treningom. Ovdje su upjevavanje i vokalna proba izuzetno važne aktivnosti koje treba provoditi redovito i disciplinirano jer jedino takvim pristupom izgrađuje se psiho-fizička spremnost za pjevački nastup, odnosno uspješnu pjevačku karijeru. Poznato je da upjevavanje koristi glasu i izaziva pozitivne učinke, dok koncertna izvedba može izazvati suprotne. Međutim, postkoncertne su promjene glasa akutne naravi i u školovanih pjevača vrlo brzo nestaju. A kakve promjene izaziva vokalna proba? Na ovo pitanje pokušalo se odgovoriti istraživanjem na uzorku sedmero profesionalnih pjevačica. Ispitane su akustičke karakteristike glasa prije i poslije jednosatne vokalne probe. Dobiveni rezultati ukazuju na promjene u smjeru optimizacije mjerenih varijabli.

Ključne riječi: pjevanje, upjevavanje, vokalna proba, akustička analiza glasa, optimalno trajanje vokalne probe

UVOD

Pjevanje je temeljna forma razvoja glazbene umjetnosti, a ljudski glas osnova glazbene ekspresije. Posebnosti glasa u odnosu na druge glazbene instrumente jesu njegova osjetljivost te iznimna fleksibilnost. Obje ove osobine proizlaze iz "žive strukture" glasa, odnosno njegove anatomije i fiziologije. Upravo zbog toga, ovaj instrument ima i svoj vijek trajanja pa je za razliku od drugih sklon oboljevanju i starenju, a na kraju i umire. Fleksibilnost glasa, pak, rezultat je dinamike u volumenu, otvoru i veličini rezonantnih prostora što ga razlikuje od drugih glazbala. Otuda proizlazi široki spektar boja zbog čega glas i slovi za najljepši glazbeni instrument.

Funkcija fonacije u profesionalnih pjevača pomalo je atletske prirode. Umjetnost pjevanja, naime, zahtjeva usvojenost vokalne tehnike te zdravlje vokalnog aparata. Za razliku od govora čija je funkcija komunikacijska i ostvaruje se unutar određenog lingvističkog okvira, pjevanje je mnogo složenije i temelji se ponajviše na kvaliteti ili boji glasa (Sundberg, 1995). Fonatorni zahtjevi u pjevanju

uključuju veću kontrolu nad dišnim, rezonantnim i fonatnim sustavom što se ogleda u mnogo većim varijacijama intenziteta, boje i visine glasa u odnosu na govor. Još tridesetih godina Bartholomew je (prema Titze, 1995) istakao četiri temeljna elementa pjevačkoga glasa - veliki dinamički raspon, stabilan vibrato te rezonanciju na niskim i visokim frekvencijama. Upravo zbog gore navedenog, presudnije su posljedice poremećaja fonacije u pjevača. Tako npr. blaga promuklost ne ometa temeljnu funkciju govora, a to je međuljudska komunikacija, ali predstavlja problem elitnim vokalnim profesionalcima, primjerice opernim umjetnicima jer može izazvati čitav niz psihosocijalnih problema kojih su prosječni govornici

Kontakt adresa: Gordana Kovačić, Klekova 11, 10000 Zagreb.
E-mail: gorkovac@inet.hr

Goranka Kovačić, prof. logoped, polaznica je poslijediplomskog studijalogopedije pri edukacijsko-rehabilitacijskom fakultetu u Zagrebu te suradnica Zdravstvenog centra za umjetnike Kliničke bolnice Dubrava u Zagrebu.

Dr. sc. **Mladen Heđever** docent je pri Odsjeku za logopediju Edukacijsko-rehabilitacijskog fakulteta u Zagrebu.

Dr. sc. **Aleksandar Buđanovac** docent je pri Odsjeku za poremećaje u ponašanju Edukacijsko - rehabilitacijskog fakulteta u Zagrebu

nici pošteđeni (Cvejić, Kosanović 1982; Greene, Mathieson, 1991). Naime, i najmanji poremećaj kvalitete glasa može onemogućiti pjevački nastup zbog promjena glasa koje su izvan estetski prihvatljivih okvira propisanih u pjevačkoj umjetnosti, ali su i znak ugroženosti zdravlja vokalnog aparata. Stoga se pjevačima preporučuje usvajanje optimalne vokalne tehnike, održanje dobre psiho-fizičke kondicije te vokalna higijena.

Upjevavanje i vokalna proba kao redovite pjevačke aktivnosti

Sataloff i dr. (1994) vrlo slikovito ističu da je vokalna proba važna pjevačima baš kao trening sportašima. Učinkovitost vokalne probe ovisi o njenoj redovitosti, trajanju, upjevavanju te opuštanju nakon probe. Naime, jedino discipliniranim ponašanjem može se postići optimalni učinak koji uključuje psiho-fizičku spremnost, tj. samopouzdanje i dobru vokalnu kondiciju o čemu ovisi uspješnost pjevačkog nastupa, ali i cjelokupne pjevačke karijere (Schneider i dr., 1997). Poznato je da većina pjevača prakticira upjevavanje zbog osjećaja da glas bolje funkcionira te da ga je lakše kontrolirati. Postiže se puna boja glasa i blagi prijelazi iz registra u registar. Osim što uključuje vježbe disanja, laringealnog opuštanja, mekog iniciranja tona i drugo, upjevavanje je važno i zato jer se njime postiže transformacija anksioznosti pred koncert u energiju potrebnu za umjetnički nastup, odnosno psiho-fizičko samopromatranje te kinestetička samosvijest što su osnove dobre vokalne tehnike (Harvey, 1997). Upjevavati se treba bez žurbe. Jedino na taj način može se postići postupno opuštanje i koordinacija velikog broja mišića uključenih u pjevačku aktivnost. U suprotnom, pritisak zbog premalo vremena može dovesti do još veće fizičke i mentalne napetosti što negativno utječe na pjevački nastup. Iako je subjektivni učinak upjevavanja značajan, njegova fiziološka podloga još nije dovoljno upoznata i jasna pa se pretežno tumači intuitivno (Elliot i dr., 1995). Međutim, zahvaljujući modernoj tehnologiji,

posljednjih se godina ovaj tradicionalni način tumačenja nastoji dopuniti znanstvenim objašnjenjima utemeljenim na objektivnom promatranju i mjerenju spomenutih vokalnih aktivnosti (Elliot i dr., 1997; Blaylock, 1999).

PROBLEM I CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj je istraživanja ispitati objektivne učinke vokalne probe, odnosno utvrditi promjene akustičkih karakteristika glasa profesionalnih pjevačica nakon probe. Iako je interes znanstvenika za pjevački glas i posljedice pjevačkog nastupa velik i datira još od četrdesetih godina kada je Froeschels ogledalcem promatrao larinkse pjevača nakon koncerta ne bi li ustanovio morfološke promjene na glasnicama (prema Kitch i dr., 1996), podataka o akustičkom učinku upjevavanja i pjevačkog nastupa ima iznimno malo. Rezultati istraživanja Kitcha i dr. (1996) na uzorku desetorice zbornskih pjevača-tenora pokazali su prisutnost opće deterioracije glasova nakon pjevačkog nastupa što je bilo ustanovljeno akustičkom analizom glasova. Isti autori naglasili su individualni karakter ustanovljenih promjena glasa. Međutim, u školovanih pjevača, dakle onih s dobrom vokalnom tehnikom, ove promjene su akutne naravi i vrlo brzo nestaju. Tako Lawrence (1983) navodi da bi pregledom larinksa tih pjevača neposredno nakon koncerta bilo moguće utvrditi akutne promjene u vidu blage otečenosti i crvenila uzduž glasiljki koje se gube već sljedećeg dana. Novak i dr. (1991) ispitali su, pak, promjene glasa glumaca nakon glumačke predstave. Ovi autori, međutim, nisu ustanovili objektivne pokazatelje deterioracije na razini fundamentalne frekvencije i ujednačenog dugotrajnog spektra glasa iako se veći broj glumaca žalio na vokalni zamor, a osobito oni s manje vokalnog treninga. Ovdje, međutim, treba naglasiti da je riječ o glumačkom, dakle, govornom glasu, a ne pjevanom što predstavlja drugačiju fonatornu aktivnost.

U našem podneblju nisu provedena slična istraživanja i općenito nema akustičkih studija

o utjecaju bilo koje pjevačke aktivnosti na glas pjevača, a o ispitivanju utjecaja vokalne probe, autori ovog rada nisu pronašli podatke niti u međunarodnim znanstvenim publikacijama. Izuzetak je istraživanje Blaylocka (1999) o učinku sustavno provođenog ugrijavanja glasa, ali u funkciji terapije. U razdoblju od osamnaest mjeseci spomenuti je autor, između ostalog, akustički analizirao glasove četvero ispitanika s različitim poremećajima glasa u više vremenskih točaka i to u razmacima od približno tri tjedna. Rezultati su potvrdili da svakodnevno provođenje vježbi ugrijavanja glasa značajno doprinosi poboljšanju njegove kvalitete pa se uspješno može koristiti u terapijske svrhe.

U ovom istraživanju, međutim, želi se ispitati utjecaj jednosatne vokalne probe na uzorku sedmero profesionalnih pjevačica bez poremećaja glasa. Pretpostavilo se da će promjene glasa nakon jednosatne vokalne probe biti pozitivne. Mogući bi bili i suprotni rezultati, ali u slučaju naporne vokalne probe duljeg trajanja, vrlo zahtjevnog repertoara, kao i tehnike pjevanja. Dobiveni rezultati rasvjetlit će ne samo objektivni utjecaj vokalne probe na fonatorni aparat, nego i utjecaj njenog trajanja. Naime, provedba sličnih istraživanja u kojima bi se mjerio utjecaj vokalnih proba različitih trajanja, možda bi pokazala optimalno vrijeme trajanja vokalne probe. Takvi bi podaci bili vrlo korisni jer ljudski glas nije instrument koji se može neograničeno dugo koristiti. Predugo pjevanje izaziva napetost fonatornog aparata što može rezultirati vokalnim zamorom.

METODA

Uzorak ispitanika

Istraživanje je provedeno na uzorku od sedmero pjevačica, članica profesionalnog ansambla. Međutim, sve su ispitanice školovane plesačice koje su se pjevanjem počele baviti u ansamblu gdje su zaposlene. U tome ih vode za to osposobljeni stručnjaci, glazbeni pedagozi. Prosječna dob ispitanica je 34 godine, a prosječna duljina pjevačko-plesačkog radnog staža je 13,5 godina. U trenutku

ispitivanja niti jedna ispitanica nije imala zdravstvenih problema koji bi ometali fonaciju.

Uzorak varijabli

S obzirom na postavljene ciljeve, definiran je set akustičkih varijabli. To su fundamentalna frekvencija u ugodnoj (f_0), najnižoj (f_0 -min) i najvišoj visini (f_0 -max) foniranja te jitter i shimmer za svaku pojedinu vrijednost fundamentalne frekvencije što je označeno prefiksom "f0" za jitter, odnosno shimmer pri fonaciji ugodnom visinom glasa, zatim "f0-min" za fonaciju na najdubljem mogućem tonu i "f0-max" za najviši mogući ton foniranja.

Provedba istraživanja

Istraživanje je provedeno u tihoj prostoriji ustanove u kojoj su pjevačice zaposlene. Svaka ispitanica imala je isti set zadataka prije i poslije jednosatne vokalne probe koja se sastojala od pjevanja hrvatskih narodnih pjesama. Zadaci su uključivali fonaciju vokala /a/ u ugodnoj, najnižoj i najvišoj mogućoj visini glasa u trajanju od 5 sekundi. Svaki se zadatak fonacije ponavljao i snimao tri puta. Ispitanice su zatim bile zamoljene učiniti uzlazni i silazni glissando na vokalu /a/ na način da početne i završne tonove glissanda zadrže barem 3 sekunde. Snimanje glasova obavljeno je dinamičkim kardiodnim mikrofonom Electro Voice N/D157B i kasetofonom JVC-KD-X1, a uzorci glasova pohranjeni su na audio-vrpcu Sony. Ispitanice su bile u sjedećem položaju, a udaljenost usana od mikrofona bila je 20 cm. Zvučne podatke prikupljao je uvijek isti ispitivač.

Akustička obrada podataka

Uzorci glasova akustički su analizirani programom EZVoice (TM) v. 1.1 koji automatski ekstrahira definirane varijable, dakle, fundamentalnu frekvenciju, jitter i shimmer. U analizu su uzeti srednji dijelovi fonacije

vokala /a/, odnosno srednji dijelovi početnih i završnih tonova glissanda u trajanju od dvije sekunde. Funkcija uzoraka glasova dobivenih iz glissanda zapravo je redundantna. Naime, nekim je ispitanicama bilo teško "pronaći" najviši mogući ton pa su do njega spontanije došle zadatkom glissanda. (Trebalo imati na umu da su u uzorku pjevačice bez akademske izobrazbe.) Stoga su minimalne i maksimalne vrijednosti f_0 bile odabrane ili iz fonacije ili iz glissanda, ovisno gdje je postignuta najniža, odnosno najviša vrijednost varijable f_0 .

Statistička obrada podataka

Podaci dobiveni akustičkom obradom podataka obrađeni su na razini univarijatne statistike. Ispitivanje razlika u akustičkim varijablama prije i poslije jednosatne vokalne probe te utvrđivanje statistički značajnih razlika obrađeno je t-testom za male zavisne uzorke.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA

Rezultati deskriptivne statistike za akustičke varijable prije i poslije vokalne probe prikazani su u tablici 1.

Uočljive su promjene svih mjerenih varijabli i to u smjeru optimizacije. Srednje vrijednosti fundamentalne frekvencije više su u svim

zadacima fonacije nakon vokalne probe, dakle, u fonaciji ugodnom, najnižom i najvišom visinom glasa. U fonaciji ugodnom visinom glasa, fundamentalna frekvencija popela se sa 198 Hz na 227 Hz, dakle, na gornji prag prosječne visine ženskoga glasa. T-test je pokazao da je ova promjena u vrijednosti f_0 statistički značajna ($p < 0,01$) (tablica 2).

Tablica 2. Rezultati t-testa za male zavisne uzroke

Varijabla	t-test	vjerojatnost
f_0	-4,86	< 0,01
jitter	0,32	> 0,05
shimmer	0,86	> 0,05
f_0 -min	-3,26	< 0,02
f_0 -min-jitter	0,59	> 0,05
f_0 -min-shimmer	2,78	< 0,05
f_0 -max	-0,85	> 0,05
f_0 -max-jitter*	-0,10	> 0,05
f_0 -max-shimmer*	0,59	> 0,05

* $N = 6$ (u ovim varijablama obrađeni su rezultati šestoro ispitanica zbog tehničkog ograničenja programa korištenog za analizu zvuka)

Može se zaključiti da se glas pjevačica tijekom vokalne probe ugrijao. Tome u prilog govore srednje vrijednosti jittera i shimmera koje su nakon vokalne probe niže, a to znači da su oscilacije u frekvenciji i amplitudi zvučnog signala manje, odnosno da je titranje glasiljki pravilnije i pod većim utjecajem voljne kontrole. Međutim, t-test je pokazao da promjene ovih varijabli nisu statistički zna-

Tablica 1. Rezultati deskriptivne statistike za akustičke varijable prije (1) i poslije (2) vokalne probe - aritmetička sredina (M), standardna devijacija (SD), minimalna (Min) i maksimalna (Max) vrijednost

Varijabla	M1	M2	SD1	SD2	Min1	Min2	Max1	Max2
f_0	198,43	227,03	20,35	23,05	168,25	203,38	231,19	271,76
jitter	,73	,66	,22	,52	,49	,36	1,03	1,81
shimmer	,14	,11	,04	,11	,10	,02	,21	,32
f_0 -min	136,00	143,56	20,95	21,15	99,26	104,69	158,54	164,71
f_0 -min-jitter	1,61	1,55	1,03	,91	,77	,86	3,40	3,24
f_0 -min-shimmer	,23	,17	,11	,06	,12	,09	,44	,27
f_0 -max	717,92	743,66	311,31	314,77	471,26	489,34	1346,10	1369,60
f_0 -max-jitter*	,96	1,07	,23	,25	,67	,76	1,25	1,40
f_0 -max-shimmer*	,07	,07	,03	,04	,04	,02	,11	,11

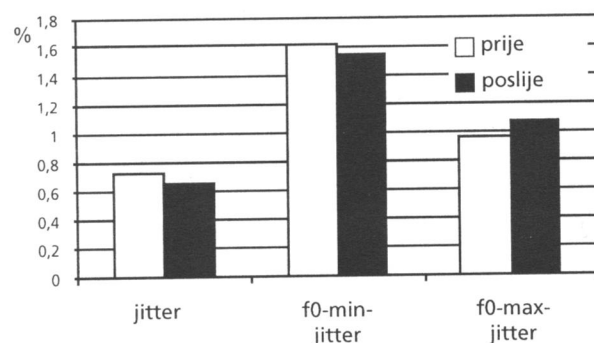
* $N = 6$ (u ovim varijablama obrađeni su rezultati šestoro ispitanica zbog tehničkog ograničenja programa korištenog za analizu zvuka)

čajne. Vrijednosti jittera od 0,73% prije probe, odnosno 0,66% poslije probe (u fonaciji ugodnom visinom glasa), podudaraju se s rezultatima Browna i dr. (1989). Analizirajući fonaciju vokala /a/ u uzorku od 25 mladih žena, spomenuta grupa autora dobila je prosječnu vrijednost jittera 0,78%. Prosječna vrijednost najnižeg mogućeg tona (f_0 -min) prije vokalne probe bila je 136 Hz (~ ton C₃#), a nakon probe 144 Hz (~ ton D₃), dok je prosječni najviši mogući ton (f_0 -max) prije probe iznosio 718 Hz (~ ton F₅), a nakon probe 744 Hz (~ ton F₅#). Dobiveni frekvencijski rasponi glasa od 136-718 Hz prije vokalne probe, odnosno od 144-744 Hz poslije probe, nešto su niži od prosječnog frekvencijskog raspona glasa mladih žena koji se, prema Bakenu (1987), proteže od 134-895 Hz, dok je prema detaljnijoj Titzeovoj (1994) klasifikaciji ovaj raspon zavidan budući da mu je donji frekvencijski prag kontraaltovski, a gornji ulazi u područje mezzo-soprana. Kako je u oba mjerenja dobiven raspon glasa od 28 polutonova, dakle, nešto više od dvije oktave, može se zaključiti da je prosječni frekvencijski raspon ispitivanog uzorka unutar očekivanih vrijednosti, prihvatimo li raspon od dvije do dvije i pol oktave kao normu zdravoga glasa (Seikel i dr., 1997). Najniža moguća visina glasa t-testom je također potvrđena kao varijabla na kojoj postoji statistički značajna razlika u funkciji vokalne probe ($p < 0,02$) (tablica 2). Vrijednosti jittera i shimmera i ovdje su nižih vrijednosti nakon vokalne probe. Iz tablice 1 vidljivo je da su srednje vrijednosti jittera u oba mjerenja patološke, tj. iznad 1% (Deem i dr., 1989). Međutim, ta je patologija prividna. Naime, ispitanice su fonirale na najnižoj mogućoj visini glasa što znači da je voljna kontrola nad fonatornim aparatom u takvoj situaciji smanjena budući da je riječ o donjem frekvencijskom rubu dubokog (prsnog) registra kojeg iznimno rijetko koriste čak i u pjevanju. Jedna od čestih i glavnih karakteristika takvoga glasa je šumnost, a njegov je indikator upravo povišena vrijednost jittera. Nadalje, dosadašnje spoznaje o jitteru govore o njegovoj negativnoj korelaciji s visinom glasa, odnosno fundamentalnom frekven-

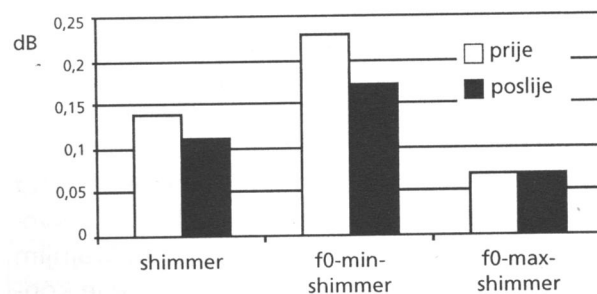
cijom (Orlikoff, Baken, 1990). Tako niži glasovi tendiraju višim vrijednostima jittera, i obrnuto, ali do izvjesne granice. Vrijednosti fundamentalne frekvencije o kojima se raspravlja upravo su unutar tih frekvencijskih granica. Prosječna vrijednost shimmera u fonaciji najvišom visinom glasa spustila se nakon vokalne probe s 0,23 dB na 0,17 dB, dakle, u normalu. T-test (tablica 2) potvrdio je ovu razliku kao statistički značajnu ($p < 0,05$). Standardna devijacija (SD2) (tablica 1) također pokazuje koliko se uzorak ispitanica homogenizirao na ovoj varijabli izmjerenoj nakon vokalne probe. Baš kao što jitter ukazuje na to kolika je kontrola nad fundamentalnom frekvencijom i održanjem njene stabilnosti, jednako takav jest odnos shimmera i amplitude titranja pa iz dobivenih rezultata možemo zaključiti da je i ova akustička karakteristika glasa stabilnija nakon vokalne probe, ali i to da je njena vrijednost generalno najviša prilikom fonacije na najnižem mogućem tonu. Jednako tako ponaša se i jitter. Iz toga slijedi da je akustička realizacija glasa u dubokom registru ponajviše nestabilna u ispitivanom uzorku. Prosječna vrijednost shimmera na najvišoj mogućoj visini glasa nije se nimalo promjenila u funkciji vokalne probe, dok je prosječna vrijednost jittera s 0,96% porasla na 1,07%. To bi se moglo objasniti samim odnosom između frekvencije i intenziteta. Fonirajući najvišom mogućom visinom glasa, točnije, dosežući svoj gornji frekvencijski prag, pjevačice su istodobno povišivale intenzitet glasa. Upravo u produženoj fonaciji vokala /a/ povišenim intenzitetom glasa, već ranije spomenuti Brown i dr. (1989) dobili su više vrijednosti jittera (prosječno 1,18%) u odnosu na produkciju produžene fonacije vokala /a/ ugodnim intenzitetom glasa. Međutim, kako u ovom istraživanju nije mjeren intenzitet glasa prije i poslije vokalne probe, ovo objašnjenje ostaje na spekulativnoj razini. Povišenje vrijednosti jittera nakon vokalne probe vjerojatnije bi se moglo objasniti opet registrom u kojem su ispitanice fonirale, ovdje puta visokim, odnosno njegovim krajnjim gornjim frekvencijskim točkama gdje je kontrola nad fonacijom također umanjena. U pjevanju se, naravno, uči kontrola nad glasom

u svim registrima, no u ovom istraživanju ispitanice su "naknadno" trenirane pjevačice. Možda bi varijable o kojima se upravo raspravlja bile nešto drugačijih vrijednosti u uzorku akademski obrazovanih pjevačica iako se može pretpostaviti da bi slijedile isti trend. Naime, ovdje je riječ o odnosu jittera i fundamentalne frekvencije koji nije linearan i još uvijek se istražuje. Zajedno s prosječnim vrijednostima shimmera koje su najniže upravo prilikom fonacije na najvišem tonu, ovi se rezultati podudaraju s rezultatima Verstraetea i dr. (1993) koji su istraživali učinak produžene fonacije na jitter i shimmer te zaključili da postoji tendencija povišenja vrijednosti jittera uz istovremeno sniženje vrijednosti shimmera kada je riječ o vrijednostima fundamentalne frekvencije iznad habitualne visine govora. Slike 1, 2 i 3 prikazuju mjerene varijable - f_0 , jitter i shimmer za sve zadatke fonacije, dakle u habitualnoj, minimalnoj i maksimalnoj visini foniranja.

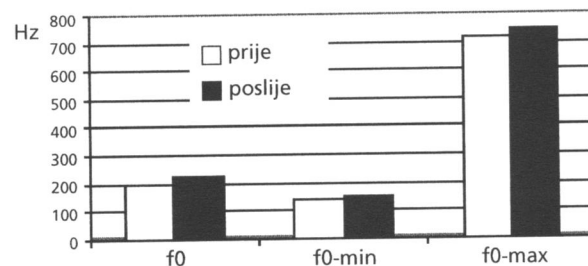
Slika 1. Jitter u fonaciji ugodnom, najnižom i najvišem visinom glasa (f_0) prije i poslije vokalne probe



Slika 2. Shimmer u fonaciji ugodnom, najnižom i najvišem visinom glasa (f_0) mjereno prije i poslije vokalne probe



Slika 3. f_0 - habitualna, minimalna i maksimalna, prije i poslije vokalne probe



ZAKLJUČAK

Cilj ovoga rada bio je ispitati objektivni učinak jednosatne vokalne probe na glas profesionalnih pjevačica. To je učinjeno akustičkom analizom glasa, odnosno usporedbom vrijednosti akustičkih varijabli izmjerenih prije i poslije vokalne probe. Rezultati osnovne statistike ukazuju na promjene mjenjenih varijabli u smjeru njihova poboljšanja. Međutim, t-testom samo su tri varijable potvrđene kao one na kojima postoji statistički značajna razlika u funkciji vokalne probe. To su fundamentalna frekvencija u ugodnoj visini glasa, zatim fundamentalna frekvencija na najnižoj mogućoj visini glasa i shimmer izmjeren za ovu f_0 . Iz toga se može zaključiti da je fundamentalna frekvencija najpodložnija promjenama uslijed vokalne probe. Drugim riječima, glasovi postaju ugrijaniji što potkrepljuju niže vrijednosti jittera i shimmera nakon probe za sve visine foniranja (ugodnu, najnižu i najvišu f_0). Ovi rezultati, međutim, ne moraju biti konzistentni i to zbog faktora kao što su pjevani repertoar, vokalna tehnika i sl. Važno je naglasiti da pjevačice u ovom istraživanju koriste osebujnu tehniku pjevanja koja je dio pjevačke tradicije u hrvatskoj narodnoj glazbi ("brustonalno" pjevanje). Nadalje, iako su rezultati istraživanja ukazali na pozitivan učinak vokalne probe, treba ih prihvatiti s oprezom i zbog faktora trajanja vokalne probe. Naime, vrlo duge i naporne probe mogu rezultirati upravo suprotnim učinkom, primjerice vokalnim zamorom. Zbog toga bi provedba sličnih istraživanja, dakle o objektivnim promjenama glasa nakon vokalne probe, mogla biti i od prak-

tične koristi jer bi rasvjetlila optimalno vrijeme trajanja ove vokalne aktivnosti, tj. do koje vremenske točke postoje pomaci u smjeru optimizacije glasa, odnosno nakon kojeg se vremena počinju ispoljavati negativne promjene u obliku različitih simptoma vokalnog zamora. Ove bi spoznaje bile od velike važnosti jer, ne zaboravimo, ljudski je glas vrlo osjetljiv instrument. Upravog zbog toga treba upoznati njegova ograničenja i uvažavati ih.

NAPOMENA:

Autori se zahvaljuju ansamblu *LADO* koji je sudjelovao u istraživanju te *Hrvatskoj glazbenoj uniji* i *Trgovačkoj banci, d.d.* za novčanu pomoć koja je omogućila prezentaciju ovog rada u programu Trećeg međunarodnog znanstvenog skupa *Pan-European Voice Conference* održanog od 26.-29. kolovoza, 1999.g. u Utrechtu u Nizozemskoj.

LITERATURA

- Baken, R.J. (1987): *Clinical Measurement of Speech and Voice*. Singular Publishing Group, Inc., San Diego-London.
- Blaylock, T.R. (1999): Effects of Systematized Vocal Warm-Up on Voices With Disorders of Various Etiologies. *Journal of Voice*, 13 (1), 43-50.
- Brown, W.S., Jr., Morris, R.J., Michel, J.F. (1989): Vocal Jitter in Young Adult and Aged Female Voices. *Journal of Voice*, 3 (2), 113-119.
- Cvejić, D. Kosanović, M. (1982): *Fonijatrija, I dio - glas*. Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd.
- Deem, J.F., Manning, W.H., Knack, J.V., Matesich, J.S. (1989): The Automatic Extraction of Pitch Perturbation Using Microcomputer: Some Methodological Consideration. *Journal of Speech and Hearing Research*, 32, 689-697.
- Elliot, N., Sundberg, J., Gramming, P. (1995): What Happens During Warm-Up? *Journal of Voice*, 9 (1), 37-44.
- Elliot, N., Sundberg, J., Gramming, P. (1997): Physiological Aspect of a Vocal Exercise. *Journal of Voice*, 11 (2), 171-177.
- Greene, M.C.L., Mathieson, L. (1989): *The Voice and its Disorders*. Whurr Publishers, London-New Jersey.
- Harvey, P.L. (1997): The Young Adult Patient. *Journal of Voice*, 11 (2), 144-152.
- Kitch, J.A., Oates, J., Greenwood, K. (1996): Performance Effects on the Voices of 10 Choral Tenors: Acoustic and Perceptual Findings. *Journal of Voice*, 10 (3), 217-227.
- Lawrence, V.L. (1983): Vocal Problems of the Professional User of Voice. *Seminars in Speech and Language*, 4 (3), 233-245.
- Novak, A., Dlouha, O., Capkova, B., Vohradnik, M. (1991): Voice Fatigue after Theater Performance in Actors. *Folia Phoniatria*, 43, 74-78.
- Orlikoff, R.F., Baken, R.J. (1990): Consideration of the Relationship Between the Fundamental Frequency of Phonation and Vocal Jitter. *Folia Phoniatria*, 42, 31-40.
- Sabol, J.W., Lee, L., Stemple, J.C. (1995): The Value of Vocal Function Exercises in the Practice Regimen of Singers. *Journal of Voice*, 9 (1), 27-36.
- Sataloff, R.T., Spiegel, J.R., Hawkshaw, M.J., Heuer, R.J. (1994): *Professional Voice Users: Obtaining the History*. U: Benninger, M.S., Jacobson, B.H., Johnson, A.F. (ur.): *Vocal Arts Medicine - The Care and Prevention of Professional Voice Disorders*. Thieme Medical Publishers, Inc., New York, 72-79.
- Schneider, C.M., Dennehy, C.A., Saxon, K.G. (1997): Exercise Physiology Principles Applied to Vocal Performance: The Improvement of Postural Alignment. *Journal of Voice*, 11 (3), 332-337.
- Seikel, J.A., King, D.W., Drumright, D.G. (1997): *Anatomy and Physiology for Speech and Language*. Singular Publishing Group, Inc., San Diego-London.
- Sundberg, J. (1995): Vocal Fold Vibration Patterns and Modes of Phonation. *Folia Phoniatria et Logopaedica*, 47, 218-228.
- Titze, I.R. (1994): *The Principles of Voice Production*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Titze, I.R. (1995): Singing - a Story of Training Entrained Oscillators. *J Acoust Soc Am*, 97 (1), Jan, 704.
- Verstraete, J., Forrez, G., Mertens, P., Debruyne, F. (1993): The Effect of Sustained Phonation at High and Low Pitch on Vocal Jitter and Shimmer. *Folia Phoniatria*, 45, 223-228.

THE INFLUENCE OF VOCAL REHEARSAL ON ACOUSTIC VOICE CHARACTERISTICS OF PROFESSIONAL FEMALE SINGERS

ABSTRACT

Phonation in professional singers is somewhat athletic. It requires not only good vocal technique, but voice health as well. Both can be established by regular vocal practice. Warm-up and vocal exercises are very important activities that need to be practiced regularly and with discipline if they are to build the mental and physical efficacy that is needed for vocal performance and a successful career in singing. The positive effects of warm-up exercise on the voice are well known, as are the possible negative post-performance effects, which are acute and soon disappear in well-trained singers. But what about vocal rehearsal and its' acoustic effects? The present study attempts to give an answer to this question. The investigation included seven professional female singers. Their voices were acoustically analyzed before and after one hour of vocal rehearsal. The results suggested changes in the direction of optimization.

Key words: Voice, Vocal rehearsal, Singing