

ПОРЕЂЕЊЕ АКУСТИЧКИХ КАРАКТЕРИСТИКА ГЛАСА У РАЗЛИЧИТИМ ФАЗАМА МЕНСТРУАЛНОГ ЦИКЛУСА

Јелена Живојиновић

Полни хормони играју значајну улогу у регулацији ларингеалне функције. Цикличне хормоналне промене естрогена и прогестерона утичу на акустичке карактеристике гласа жена, током редовног менструалног циклуса. Тај утицај се у периоду овулације огледа у већој атрактивности гласа, док у пременструалном периоду условљава појаву пременструалног вокалног синдрома. Циљ овог рада био је да се анализира веза између акустичких карактеристика гласа и нивоа полних хормона током овулационе и пременструалне фазе редовног менструалног циклуса. Истраживање је обухватило 30 испитаница, старости од 25 до 30 година, које имају редован менструални циклус и не користе контрацепцију. Анализа гласа вршена је проценом акустичких параметара гласа, током фонирања вокала „а“, применом комјутерске лабораторије за глас „Кау Елементириц“. Обрађивани су следећи параметри: просечна фундаментална фреквенција (F₀); варијације у висини фундаменталне фреквенције – J₁ (%); параметар крајкокрајних и дугокрајних поремећаја амплитуде – Сх₁ (%); параметар процене шума (NHR). За оцену статистичке значајности разлика у забележеним вредностима акустичких параметара гласа у две фазе менструалног циклуса примењен је т-тест поновљених мерења, док је за процену нормалности расподеле коришћен Колмогоров-Смирновљев тест. За истраживање разлика међу старосним категоријама коришћена је једнофакторска анализа варијансе (АНОВА). Резултати акустичке анализе нису показали статистички значајну разлику ни једног од истраживаних акустичких параметара гласа, између периода овулације и пременструалног периода. Иако бројни налази у литератури указују на утицај полних хормона на функцију ларинкса, резултати нашег истраживања, базирани на процени четири акустичка параметра гласа, ипак утицај не потврђују. С обзиром да је глас мултидимензионалан феномен, сасвим је ве-

ровајно да неки други параметри, које наше истраживање није обухватило, могу бити носиоци тих хормоналних утицаја, те би будућа истраживања требало организовати у том смеру.

КЉУЧНЕ РЕЧИ: менструални циклус, анализа гласа, пременструални синдром.

УВОД

Полни хормони играју значајну улогу у регулацији ларингеалне функције. Глас представља једну од секундарних полних карактеристика, и под великим је утицајем одређених хормона. Флукуације полних хормона, првенствено естрогена и прогестерона, имају велики значај када је женски глас у питању, јер утичу на хистологију гласница и ларингеалну функцију. Ларингеалне промене, под утицајем ових хормона, су евидентне током читавог живота, почевши у пубертету, систематски се настављајући током репродуктивног периода у складу са менструалним циклусом, а затим у периоду менопаузе као последица опадања хормона (Raj, Gupta, Chowdhury & Chadha, 2010).

Цикличне хормоналне промене естрогена и прогестерона утичу на акустичке карактеристике гласа жена, током редовног менструалног циклуса. Естроген има хипертрофични и пролиферативни утицај на слузокожу гласница, док прогестерон повећава ниво вискозности и киселости слузи које луче glandуларне ћелије, али истовремено смањује њену запремину изазивајући релативну сувоћу слузокоже и едем гласница. Утицај ових хормона посебно је снажан током две фазе менструалног циклуса: овулације и пременструалне фазе. Управо током ових фаза детектоване су промене акустичких карактеристика гласа (J. Abitbol, P. Abitbol & V. Abitbol, 1999; Bryant & Haselton, 2009; Pipitone & Gallup, 2007; Chae, G. Choi, Kang, J. Choi & Jin, 2001; Raj et al. 2001).

Већа атрактивност гласа условљена вишом вокалном фреквенцијом током периода овулације (Bryant & Haselton, 2009; Pipitone & Gallup, 2007), указује на значај гласа у сексуалном понашању и избору потенцијаног партнера.

Са друге стране, многе жене пролазе кроз пременструални вокални синдром који карактерише вокални замор, редукован фреквентни опсег гласа, губитак вокалне снаге и одређених хармоника (Абитбол ет ал. 1999). Пременструални вокални синдром обично започиње четири до пет дана пред менструацију, и јавља се код око 33% жена (Abitbol, de-Bruх, Millot, Masson, Mimoun & Pau, 1989). Симптоми пременструалног

вокалног синдрома, пре свега вокална промуклост, посебно су изражени код вокалних професионалаца (Silverman & Zimer, 1978).

Истраживања која потврђују постојање пременструалног вокалног синдрома, наводе на неопходност пажљивије вокалне хабитуације, током пременструалне фазе, нарочито код вокалних професионалаца. Она, такође, сугеришу могућност примене хормоналне терапије и анти-едематозних лекова као могуће решење вокалних симптома насталих у пременструалном периоду.

Како се у бројним истраживањима показао велики утицај хормона на гласнице, а будући да промене на гласницама деформишу акустички сигнал и утичу на продукцију гласа, поставља се питање: Да ли флукуације полних хормона, естрогена и прогестерона, током редовног менструалног циклуса, утичу на акустичке карактеристике гласа. Сходно томе, предмет овог истраживања биће промена акустичких карактеристика гласа током одређених фаза редовног менструалног циклуса.

У овом раду биће анализирана веза између акустичких карактеристика гласа и нивоа полних хормона у различитим фазама менструалног циклуса, на темељу презентованих теоријских поставки и резултата савремених емпиријских студија.

Основни циљ овог истраживања је усмерен на идентификовање разлика у акустичким карактеристикама гласа, током различитих фаза редовног менструалног циклуса, да би се утврдио утицај полних хормона на акустичку структуру гласа.

МЕТОДА

Истраживање је обављено на ОРЛ клиници Клиничко-болничког центра „Звездара“ у Београду. Испитанице су смирено и спонтано, у седећем положају, биле упућене да нормалним гласом продукују вокал /a/ изоловано, изван контекста, у трајању од пет секунди. Глас испитаница је сниман у две различите фазе менструалног циклуса, и то током фазе овулације (од 13 до 15 дана) и током пременструалне фазе (од 24 до 28 дана). Ради сигурнијег утврђивања времена овулације, испитанице су свакодневно мериле телесну температуру. Лучење прогестерона у току друге половине циклуса подиже телесну температуру. Тај пораст наступа нагло у време овулације. Глас је сниман тог дана када је долазило до скока телесне температуре.

Снимање је понављано три пута, а као крајњи резултат узиман је најквалитетније фонирани глас. Акустичка структура вокала сваке од испитаница анализирана је у реалном времену.

У истраживању је коришћена компјутерска лабораторија за анализу гласа, модел 4300, «Kay Elemetrics» корпорације, софтвер за мултидимензионалну анализу вокала. Компјутеризована лабораторија за глас „Kay Elemetrics“ има за циљ да обезбеди објективне податке анализе гласа и служи као подршка субјективној процени гласа. Мултидимензионални вокални програм (МДВП) данас је водећи у свету за анализу гласа. Омогућава издвајање и до 33 различита параметра анализе гласа који се могу графички и нумерички упоредити са референтним вредностима.

Свим испитаницама били су анализирани следећи акустички параметри: просечна фундаментална фреквенција (F_0); варијације у висини фундаменталне фреквенције – Jitt (%); параметар краткотрајних и дуготрајних поремећаја амплитуде – Схим (%); параметар процене шума (NHR). Просечна фундаментална фреквенција (F_0) представља средњу вредност основне фреквенције изражену у Hz за све издвојене вредности момента основне фреквенције. Средња вредност F_0 нормалног женског гласа износи 233,828 Hz, а мушког 125,591 Hz. Варијације у висини фундаменталне фреквенције – Jitt (%) представљају променљивост основне фреквенције. Процент Jitter-а мери веома краткотрајне, цикличне неправилности периода гласа. Jitter је мера вредности разлике између задатог периода и периода који га одмах следи. Неправилности од циклуса до циклуса могу бити повезане са неспособношћу гласница да одрже периодичност вибрације за дефинисани период. Обично је овај тип варијације насумичан и доводи се у везу са промуклим гласом. Средња вредност Jitt (%) за нормалан женски глас износи 0,288%. Параметар краткотрајних и дуготрајних поремећаја амплитуде – Shim (%) представља варијације у амплитуди основног ларингеалног тона. Shimmer у процентима се односи на интензитетску неправилност, односно варијацију амплитуде звучног сигнала. Мери се путем максималног фонарања вокала, а вредност се изражава у процентима. Варијације амплитуде у гласу су могуће из више разлога. Неправилности амплитуде од циклуса до циклуса могу се повезати са неспособношћу гласница да одрже периодичне вибрације у посматраном периоду са присуством турбулентног шума у сигнал гласа. Обично се овај тип варијација доводи у везу са промуклим и задиханим гласом. Вредност овог параметра за нормалан женски глас износи око 1,974%. Параметар процене шума (NHR) јесте однос интрахармонијског шума и хармоника и представља општу процену присутног шума у анализираном сигналу. То је средња вредност односа спектралне енергије шума и спектралне енергије хармоника у фреквентном опсегу од 70 – 4 200 Hz. У суштини то је општа

процена присутног шума у анализираном сигналу. Нормалне вредности овог параметра за женски глас износе 0,102. Повећане вредности NHR-а се тумаче као повећан спектрални шум, који може бити узрокован варијацијама у амплитуде и фреквенцији, присуством турбулентног шума, компонентама субхармоника или прекидима у гласу. Вредности мање од 0,19 карактеристичне су за нормалан глас.

Популацију истраживања из које је изабран узорак чиниле су особе женског пола, старости од 25 до 30 година, које живе на територији Републике Србије у јануару и фебруару 2013. године. Узорак је састављен, искључиво, од испитаница које имају редован менструални циклус и не користе оралну контрацепцију нити било коју врсту хормонске терапије. Труднице, вокални професионалци и пушачи, нису узеле учешћа у истраживању. Истраживањем, такође, нису обухваћене испитанице које користе антибиотике или неку врсту медикаментозне терапије везану за инфекцију горњих респираторних путева, као и испитанице које су имале или имају било коју врсту ларингеалне дисфункције. Истраживање је реализовано на узорку од 30 испитаница. Радило се о пригодном узорку испитаника.

У истраживању је коришћена метода теоријске анализе и емпиријско-неекспериментална метода. Метода теоријске анализе је коришћена приликом стварања теоријске основе истраживања, са циљем да се теоријски расветли проблем истраживања и тиме омогући фокусирање предмета истраживања, дефинисање основних појмова, утврђивање циља истраживања, задатака истраживања и истраживачких хипотеза. Ова метода је коришћена и у етапи интерпретације резултата истраживања, приликом поређења добијених резултата са резултатима досадашњих истраживања. Емпиријско-неексперименталну метода примењивана је у прикупљању чињеница, анализирању и утврђивању корелације између истраживачких варијабли, које су коришћене као индикације и на темељу којих су извођени закључци о узроку повезаности.

За оцену статистичке значајности разлика у забележеним вредностима акустичких параметара гласа у две фазе менструалног циклуса (овулативна и пременструална фаза) примењен је т-тест поновљених мерења, док је за процену нормалности расподеле коришћен Колгоров-Смирновљев тест. За испитивање разлика међу старосним категоријама коришћена је једнофакторска анализа варијансе (АНОВА). Подаци су обрађивани помоћу програма СПСС 20.0.

РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА СА ДИСКУСИЈОМ

Табела 1. Разлике према старосним групама на мереним параметрима

Параметри гласа	F	p
F ₀ – овулација	0,863	0,499
Jitt – овулација	0,400	0,807
Shimm – овулација	0,337	0,851
NHR – овулација	0,141	0,965
F ₀ – пмс	0,445	0,775
Jitt – пмс	0,976	0,438
Shimm – пмс	0,676	0,615
NHR – пмс	0,842	0,512

F₀ – просечна фундаментална фреквенција;
 Jitt – променљивост основне фреквенције;
 Shimm – варијације у амплитуди основног ларингеалног тона;
 NHR – однос интрахармонијског шума и хармоника

За испитивање разлика међу старосним категоријама користили смо Анализу варијансе (АНОВА). Разлог томе је што је потребно испитати разлике међу више од два нивоа категоричке варијабле, а на континуираној варијабли. За примену овог теста, као параметријског теста, морају се задовољити извесне претпоставке. Критеријуми за примену АНОВЕ су ниво мерења и нормалност расподеле. Нормалност дистрибуције је већ потврђена Колмогоро-Смирновим тестом. Како је распон година од 25 до 30, нисмо испитанице сврставали у две или неколико категорија већ смо користили сваку годину као посебну категорију, јер је у питању само пет категорија.

Анализом варијансе нису утврђене разлике међу старосним групама ни на једном мереном параметру. Све статистичке значајности су испод граничне вредности од 0,05. F₀ – овулација (F = 0,863, p = 0,499), Jitt – овулација (F = 0,400, p = 0,807), Shimm – овулација (F = 0,337, p = 0,851), NHR – овулација (F = 0,141, p = 0,965), F₀ – пмс (F = 0,445, p = 0,775), Jitt – пмс (F = 0,976, p = 0,438), Shimm – пмс (F = 0,676, p = 0,615), NHR – пмс (F = 0,842, p = 0,512).

Дакле, закључујемо да разлике међу старосним категоријама не постоје. Другачије речено, жене свих старосних категорија имају сличне резултате не свим мереним параметрима.

За испитивање разлика међу поновљеним мерењима коришћен је т-тест за зависне узорке.

Употребом *т*-теста за зависне узорке испитивана је разлика између испитаница током две фазе менструалног циклуса, овулације и пременструалне фазе. Број испитаница у узорку је 30 ($N = 30$).

Табела 2. Резултати просечне фундаменталне фреквенције – F_0 у овулацији и у пременструалној фази

Параметри глас	N	M		t	p	df
F_0 – овулација	30	198,930	36,238	1,523	0,139	29
F_0 – пмс	30	195,028	34,185			

N – број испитаника; M – аритметичка средина; – стандардна девијација; F_0 – просечна фундаментална фреквенција; t – t-тест; p – статистичка значајност; df – степени слободе

Анализом резултата није утврђена статистички значајна разлика у вредности параметра просечне фундаменталне фреквенције – F_0 између периода овулације ($M = 198,930$, $s = 36,238$) и пременструалног периода ($M = 195,028$, $s = 34,185$), $t(29) = 1,523$, $p > 0,05$. Просечно смањење вредности испитиваног акустичког параметра F_0 износило је 3,903, док се интервал 95-процентног поверења протезао од -1,340 до 9,146.

Фундаментална фреквенција – F_0 је параметер који је у већини студија коришћен у анализи гласа. То је, такође, и параметер који је процењиван и у оквиру нашег истраживања. Бројни аутори су објавили повећану вредност F_0 у периоду овулације. Пипитоне и сар. (2008) су закључили да глас варира у функцији плодности, и да се опажа као најатрактивнији у периоду када је жена најплоднија тј. у време овулације. Бруант и Хаселтон (2009), вођени управо резултатима претходног истраживања, извршили су акустичку анализу гласа током фоликуларне и лутеалне фазе, не би ли открили шта се налази у основи веће вокалне атрактивности у периоду плодних дана. Њихови резултати показали су повећање F_0 током фоликуларне фазе, посебно у периоду овулације, у односу на ниже вредности у периоду пред менструацију. Повећање F_0 било је детектовано током продукција одређених реченица, али не и приликом фонирања изолованих вокала. Аутори су тако повећану вокалну атрактивност у периоду овулације објаснили управо повећањем вредности фундаменталне фреквенције гласа.

Налази нашег истраживања, засновани на акустичкој анализи изолованих вокала, показали су нешто више вредности фундаменталне фреквенције гласа у периоду овулације, међутим, та разлика се не може сматрати статистички значајном. Поређењем фундаменталне фреквенције током различитих фаза менструалног циклуса сличне налазе доби-ли су и други истраживачи (Barnes & Latman, 2011; Meurer et al. 2009). Дакле, очигледно је да постоји несклад између перцептивних података и резултата акустичке анализе. Такође, разлике постоје и у зависности од тога да ли је акустичка анализа вршена током фонирања изолованих вокала или приликом изговора одређених реченица. Врло је вероватно да су перцептивне промене изазване невокалним узроцима као што су фацијална експресија, говор тела, контакт очима или чак расположење слушаоца. Такви фактори можда утичу на детектовање разлика у образцу женског гласа током менструалног циклуса, онда када те разлике можда и не постоје. Међутим, постојање разлике у испитиваном параметру у зависности од начина спровођења акустичке анализе захтева додатна истраживања у овој области.

Табела 3. Резултати варијације у висини фундаменталне фреквенције – *Jitt* (%) у овулацији и у пременструалној фази

Параметри гласа	N	M		t	p	df
<i>Jitt</i> – овулација	30	1,386	1,385	0,206	0,839	29
<i>Jitt</i> – пмс	30	1,346	1,135			

N – број испитаника; M – аритметичка средина; – стандардна девијација; *Jitt* – променљивост основне фреквенције; t – t-тест; p – статистичка значајност; df – степени слободe

Анализом резултата Студентовим t-тестом није утврђена ни статистички значајна разлике у вредности параметра варијације у висини фундаменталне фреквенције – *Jitt* између периода овулације (M = 1,386, σ = 1,385) и пременструалног периода (M = 1,346, σ = 1,135), t (29) = 0,206, p > 0,05. Просечно смањење вредности испитиваног акустичког параметра *Jitt* износило је 0,04, док се интервал 95-процентног поверења протезао од -0,35 до 0,43.

Табела 4. Резултати крајкотрајних и дуготрајних поремећаја амплитуде – *Shimm* (%) у овулацији и у прменструалној фази

Параметри гласа	N	M	σ	t	p	df
<i>Shimm</i> – овулација	30	6,751	4,912	0,457	0,651	29
<i>Shimm</i> – пмс	30	6,427	3,755			

N – број испитаника; M – аритметичка средина; σ – стандардна девијација; *Shimm* – варијације у амплитуди основног ларингеалног тона; t – t-тест; p – статистичка значајност; df – степени слободе

Применом истог теста није утврђена статистички значајна разлика ни у вредности краткотрајних и дуготрајних поремећаја амплитуде – *Shimm* између периода овулације (M = 6,751, σ = 4,912) и прменструалног периода (M = 6,427, σ = 3,755), t (29) = 0,457, p > 0,05. Просечно смањење вредности испитиваног акустичког параметра *Shimm* износило је 0,32, док се интервал 95-процентног поверења протезао од -1,13 до 1,77.

Табела 5. Резултати процене параметра шума – *NHR* у овулацији и у прменструалној фази

Параметри гласа	N	M	σ	t	p	df
<i>NHR</i> – овулација	30	0,163	0,037	-1,333	0,193	29
<i>NHR</i> – пмс	30	0,179	0,062			

M – аритметичка средина; σ – стандардна девијација; *NHR* – однос интрахармонијског шума и хармоника; t – t-тест; p – статистичка значајност; df – степени слободе

И коначно, анализом резултата није утврђена статистички значајна разлика ни када је у питању вредности параметра шума - *NHR* између периода овулације (M = 0,163, σ = 0,037) и прменструалног периода (M = 0,179, σ = 0,062), t (29) = -1,333, p > 0,05. Просечно повећање вредности испитиваног акустичког параметра *NHR* износило је -0,017, док се интервал 95-процентног поверења протезао од -0,04 до 0,009.

Налази нашег истраживања нису показали статистички значајну разлику просечних вредности параметара пертурбације (*Jitt* и *Shimm*),

као ни параметра процене шума (NHR) између периода овулације и пременструалног периода. До сличних налаза дошли су и други аутори (Barnes & Latman, 2011; Chae et al. 2001). Међутим, постоје и резултати који показују смањене вредности параметра краткотрајних и дуготрајних поремећаја амплитуде – Shimm (Raj et al. 2010) у периоду овулације, као и повећање вредности варијације у висини фундаменталне фреквенције – Jitt у пременструалном периоду, код групе испитаница са израженим симптомима пременструалног синдрома (Chae et al. 2001). Рај и сар. (2010) су такође, поредећи вредности параметра процене шума NHR, открили нешто ниже вредности овог параметра у период овулације, у односу на остале фазе редовног менструалног циклуса. Код наших испитаница просечне вредности параметра варијације у висини фундаменталне фреквенције – Jitt и варијације у амплитуде основног ларингеалног тона – Shimm, имале су нешто више вредности у периоду овулације у односу на пременструални период, међутим, та разлика није била статистички значајна. Параметар процене шума – NHR показивао је нешто више вредности у пременструалном периоду у односу на период овулације, али без разлике која би се сматрала статистички значајном.

Резултати акустичке анализе нису показали статистички значајну разлику ни једног од испитиваних акустичких параметара гласа, између периода овулације и пременструалног периода. Такви резултати су у сагласности са резултатима неких истраживања (Meurer et al. 2009; Barnes & Latman, 2011), али и одступају од налаза неких других истраживача (Pipitone et al. 2008; Bryant & Haselton, 2009; Raj et al. 2010).

ЗАКЉУЧЦИ

Глас је динамички феномен који се одвија захваљујући координисаној функцији бројних хормоналних, кортикалних и неуромускуларних чиниоца. Вокалне промене под утицајем хормонских флукуација, евидентне су током читавог живота, почевши у пубертету, систематски се настављајући током репродуктивног периода у складу са менструалним циклусом, а затим у периоду менопаузе као последица опадања хормона. Менструални циклус је регулисан цикличним променама полних хормона јајника. Сам циклус је подељен у две фазе, прва фолликуларна фаза започиње манструалним периодом и завршава се непосредно пред овулацију. Друга, лутеална фаза, започиње непосредно после овулације и завршава се менструацијом. Током читавог циклуса, полни хормони, естроген и прогестерон делују синергетски на миши-

ће и слузокожу гласница имајући притом васкуларне, хидраторне и секреторне ефекте. Варирање нивоа естрогена током пременструалне фазе доводи до разградње мукополисахарида у мале полимере који се лако комбинују са водом и доводе до појаве субмукозних едема. Током пременструалне фазе, промене у нивоу естрогена условљавају и вазодилатацију, повећање васкуларне пропустљивости, као и промене на нивоу везивног ткива, доводећи до повећања обима гласница и стварајући тешкоће у фонацији.

У нашем истраживању поређене су акустичке карактеристике гласа уз помоћ компјутеризоване акустичке анализе током периода овулације и пременструалног периода, редовног менструалног циклуса. Током овулације хормонски однос је много стабилнији него приликом пременструалне фазе. Управо због тога, али и због провере тезе о повећаној атрактивности женског гласа у периоду овулације, анализа гласа је вршена током ове две фазе редовног менструалног циклуса. Промене у акустичким параметрима гласа детектоване су компјутерском анализом структуре вокала „а“. Акустички параметри процењивани током периода овулације и пременструалног периода били су следећи: просечна фундаментална фреквенција (F_0); варијације у висини фундаменталне фреквенције – Jitt (%); параметар краткотрајних и дуготрајних поремећаја амплитуде – Shim (%); параметар процене шума (NHR). Резултати спроведеног истраживања нису показали статистички значајне разлике ни једног од испитиваних акустичких параметара гласа током овулативне и пременструалне фазе редовног менструалног циклуса.

Дакле, иако бројни налази у литератури указују на утицај полних хормона на функцију ларинкса, резултати нашег истраживања, базирани на процени четири акустичка параметра гласа, такав утицај не потврђују. Чињеница да у нашем истраживању нисмо успели да докажемо утицај полних хормона током редовног менструалног циклуса на акустичке карактеристике гласа жене, не искључује могућност да такав утицај постоји. С обзиром да је глас мултидимензионалан феномен, сасвим је вероватно да неки други параметри, које наше истраживање није обухватило, могу бити носиоци тих хормоналних утицаја. Увођењем мултидимензионе акустичке анализе гласа добијена је моћна, објективна, веома осетљива дијагностичка процедура за квантитативну и квалитативну процену квалитета гласа. Могућности такве једне процедуре неопходно је максимално искористити. Међутим, и друге методе анализе, свакако треба узети у обзир када је у питању осветљавање једног таквог комплексног питања као што је питање којим се бавило наше истраживање.

ЛИТЕРАТУРА

1. Abitbol, J., Abitbol, P., & Abitbol, B. (1999). Sex hormones and the female voice. *Journal of Voice*, 13, 424-446.
2. Abitbol, J., deBrux, J., Millot, G., Masson, M.F., Mimoun, O.L., & Pau, H. (1989). Does a hormonal vocal cord cycle exist in women? Study of vocal premenstrual syndrome in voice performers by videostroboscopy-glottography and cytology on 38 women. *Journal of Voice*, 3, 157-162.
3. Altman, K., Haines III, K., & Vakkalanka, S. (2003). Identification of Thyroid Hormone Receptors in the Human Larynx. *The Laryngoscope*, 113, 1931-1934.
4. Barnes, L., & Latman, N. (2011). Acoustic Measure of Hormone Affect on Female Voice During Menstruation. *International Journal of Humanities and Social Science*, 3, 5-10.
5. Bryant, G., & Haselton, M. (2009). Vocal cues of ovulation in human females. *Biology Letters*, 5, 12-15.
6. Chae, S.W., Choi, G., Kang, H.J., Choi, J.O., & Jin, S.M. (2001). Clinical analysis of voice change as a parameter of premenstrual syndrome. *Journal of Voice*, 15, 278-283.
7. Caruso, S., Roccasalva, L., Sapienza, G., Zappala, M., Nuciforo, G., & Biondi, S. (2000). Laryngeal cytological aspects in women with surgically induced menopause who were treated with transdermal estrogen replacement therapy. *Fertility and Sterility*, 74, 1073-1079.
8. Guyton, A.C., & Hall, J.E. (1999). *Medicinska fiziologija*. Beograd: Savremena administracija.
9. Hughes, S.M., Harrison, M.A., & Gallup, G.G. (2002). The sound of symmetry: voice as a marker of developmental instability. *Evolution and Human Behavior*, 23, 173-180.
10. Jovičić, S. (1999). *Govorna komunikacija: fiziologija, psihoakustika i percepcija*. Beograd: Nauka.
11. MacDonald, P.C., Dombroski, R.A., & Casey, M.L. (1991). Recurrent secretion of progesterone in large amounts: an endocrine metabolic disorder unique to young women? *Endocrine Rev*, 12, 372-401.
12. Meurer, E., Garcez, V., von Eye Corleta, H., & Capp, E. (2009). Menstrual cycle influences on voice and speech in adolescent females. *Journal of Voice*, 23, 109-113.
13. Mendes-Laureano, J., Ferriani, R., Reis, R., Aguiar-Ricz, L., Valera, F., Kupper, D., & Romao, G. (2006). Comparison of fundamental voice frequency between menopausal women and women at menacme. *Maturitas*, 55, 195-199.

14. Mendes-Laureano, J., Felipe, M., Ferriani, R., & Romao, G. (2009). Variations of jitter and shimmer among women in menacme and postmenopausal women. *Journal of Voice*, 23, 687-689.
15. Pipitone, R., & Gallup, G. (2008). Women's voice attractiveness varies across the menstrual cycle. *Evolution and Human Behavior*, 29, 268-274.
16. Perez, K., Ramig, L., Smith, M., & Dromey, C. (1996). The Parkinson Larynx: Tremor and Videostroboscopic Findings. *Journal of Voice*, 10, 354-361.
17. Petrović-Lazić, M. (2001). *Fonopedija*. Beograd: Naučna knjiga.
18. Raj, A., Gupta, B., Chowdhury, A., & Chadha, S. (2010). A study of voice changes in various stages of menstrual cycle and postmenopausal women. *Journal of Voice*, 24, 363-368.
19. Rahn III, D., Chou, M., Jiang, J., & Zhang, Y. (2007). Phonatory Impairment in Parkinson's Disease: Evidence from Nonlinear Dynamic Analysis and Perturbation Analysis. *Journal of Voice*, 21, 64-71.
20. Rubin, A., Praneetvatakul, V., Heman-Ackah, Y., & Moyer, C. (2005). Repetitive Phonatory Tasks for Identifying Vocal Fold Paresis. *Journal of Voice*, 19, 679-686.
21. Shin, J., Nam, S., Yoo, S., & Kim, S. (2002). Analysis of Voice and Quantitative Measurement of Glottal Gap After Thyroplasty Type 1 in the Treatment of Unilateral Vocal Paralysis. *Journal of Voice*, 16, 136-142.
22. Sataloff, R., Rosen, D., Hawkshaw, M., & Spiegel, J. (1997). The aging adult voice. *Journal of Voice*, 11, 156-160.
23. Silverman, E.M., & Zimer, C.H. (1978). Effect of the menstrual cycleon voice quality.
24. *Arch Otolaryngol*, 104, 7-10.
25. Thornhill, R., & Gangestad, S.W. (1999). Facial attractiveness. *Trends in Cognitive Sciences*, 3, 452-460.
26. Verdonck-de Leeuw, I., & Mahieu, H. (2004). Vocal aging and the impact on daily life: a longitudinal study. *Journal of Voice*, 18, 193-202.

THE REALTIONSHIP BETWEEN THE ACOUSTIC VOICE CHARACTERISTICS DURING DIFFERENT MENSTRUAL CYCLE PHASES

JELENA ŽIVOJINOVIĆ

SUMMARY

Sex hormones play an important role in the regulation of laryngeal function. Cyclical hormonal changes in estrogen and progesterone affect the acoustic characteristics of the voice of women during the normal menstrual cycle. This influence is reflected in the period of ovulation in a voice more attractive, while the premenstrual period influences the development of vocal premenstrual syndrome. The aim of this study was to analyze the relationship between the acoustic characteristics of voice and levels of sex hormones during the premenstrual phase ovulativne and regular menstrual cycles. The study enrolled 30 patients, aged 25 to 30 years, with regular menstrual cycles and not using contraception. Voice analysis was performed by the evaluation of acoustic parameters of voice over foniranja vowel "a", using the computerized laboratory "Kay Elemetrics." The following parameters were analyzed: average fundamental frequency (Fo) variation in the fundamental frequency - Jitte (%) setting short-term and long-term disturbance amplitude - Shim (%) parameter estimates forests (NHR). To evaluate the statistical significance of differences in the recorded values of the acoustic parameters of voice in two phases of menstrual cycle, we used the t-test of repeated measurements, and to assess the normality of the distribution used Kolgomor-Smirnov test. For testing differences among age groups were used factor analysis of variance (ANOVA). The results of the acoustic analysis showed no statistically significant difference in any of the studied acoustic parameters of voice, between ovulation and premenstrual period. Although numerous findings in the literature describing the influence of sex hormones on the function of the larynx, the results of our study, based on an estimate of four acoustic parameters of voice, such an effect is not confirmed. As the voice of a multi-dimensional phenomenon, it is likely that some other parameters that our research did not, they can be carriers of these hormonal influences, and future research should be organized in this way.

KEYWORDS: menstrual cycle, voice analysis, premenstrual syndrome.