

DOI: 10.26693/jmbs02.05.184

УДК 612.172.2

Луценко О. І.

## ХВИЛЬОВА СТРУКТУРА СЕРЦЕВОГО РИТМУ ПРИ ПСИХОЕМОЦІЙНОМУ НАВАНТАЖЕННІ У ЖІНОК

Глухівський національний педагогічний університет  
імені Олександра Довженка, Глухів, Україна

olena85lutsenko@gmail.com

У 36 жінок віком 18-19 років в фолікуліновій (I), овуляторній (II) та лютеїновій (III) фазах оваріально-менструального циклу (ОМЦ) проводили спектральний аналіз коливань частоти серцевих скорочень при 10-хвилинному психоемоційному навантаженні (обробка сенсорних сигналів в режимі зворотного зв'язку). З'ясували, що у всіх фазах ОМЦ відбувались зміни хвильової структури характерні для активації симпатичної частини вегетативної нервової системи, в найбільшій мірі виражені у I фазі, а найменше - у III фазі. Показано, що характер розподілу спектральної потужності у діапазоні низьких частот серцевого ритму під час фолікулінової фази ОМЦ при психоемоційному навантаженні суттєво відрізняються від розподілу в інших умовах наявністю двох виражених піків, які можуть характеризувати вплив різних регуляторних механізмів.

**Ключові слова:** варіабельність серцевого ритму, частота серцевих скорочень, фази оваріально-менструального циклу, психоемоційне навантаження.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дослідження виконано в відповідності до затверджених планів науково-дослідної роботи Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького «Індивідуальні особливості хвильової структури серцевого ритму у жінок», № державної реєстрації 0112U000722.

**Вступ.** Особливості хвильової структури варіабельності серцевого ритму (BCP) розглядають як відображення динаміки регуляторних процесів в організмі людини і тварин [1]. Більшість досліджень цієї фізіологічної характеристики проведено на чоловіках за різних умов [2]. Структура коливань частоти серцевих скорочень при тривалих розумових навантаженнях з істотним психоемоційним компонентом у жінок майже не вивчалися. Разом з тим з'ясування рівня і структури змін хвиль серцевого ритму при цьому важливо для оцінки їх функціонального стану, попередження патологічних станів [6, 7, 10, 13].

Тому метою роботи було дослідити хвильову структуру серцевого ритму у жінок в різних фазах

оваріально-менструального циклу (ОМЦ) за умов психоемоційного навантаження.

**Матеріал і методи дослідження.** Дослідження проведено з дотриманням основних біоетичних положень Конвенції Ради Європи про права людини та біомедицину (від 04.04.1997р.), Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації про етичні принципи проведення наукових медичних досліджень за участю людини (1994-2008 рр.), а також наказу МОЗ України № 690 від 23.09.2009 р.

Виміри проведені у 32 жінок-студенток Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького в спокої лежачи і при виконанні 10-хвилинного розумового навантаження по диференціюванню і реагуванню на геометричні фігури в режимі зворотного зв'язку за методикою М.В. Макаренка (з кожною правильною відповіддю час експозиції сигналів збільшувався на 20 мс) [3]. У кожній досліджуваній тестування проводили тричі: у фолікулінову (I), овуляторну (II), та лютеїнову (III) фази оваріально-менструального циклу (ОМЦ). Визначення фаз циклу проводили за анамнезом, вимірюванням базальної температури та за допомогою набору струменевих тестів на овуляцію «Solo» (IND Diagnostic, Inc., Canada). Визначали працездатність головного мозку за кількістю зворотних сигналів. Спектральний аналіз кардіоінтервалограм проводили у програмі «CASPICO» (а/с України №11262) за міжнародними стандартами 1996 року [11]. Розраховували потужність спектру коливань R-R в стандартних частотних діапазонах 0-0,04 Гц (VLF), 0,04-0,15 Гц (LF), 0,15-0,4 Гц (HF), 0-0,4 Гц (TP), нормалізувати потужність в діапазоні 0,15-0,4 Гц ( $HF_{norm}$ ) [2]. Крім цього, оцінювали спектральну щільність (aLF) і частоту (tLF) найбільшого амплітудного піку в діапазоні 0,04-0,15 Гц. Для з'ясування особливостей хвильової структури в цьому діапазоні будували медіанну спектрограму з кроком 0,01 Гц. У зв'язку з ненормальністю розподілу даних їх обробку проводили з використанням непараметричних статистичних методів.

**Результати дослідження та їх обговорення.** З'ясували, що в спокої лежачи значних відмінностей

**Таблиця** – Показники хвильової структури серцевого ритму в жінок у фолікулінову (I), овуляторну (II) та лютеїнову фази менструального циклу за умов психоемоційного навантаження (Медіана 25 та 75 перцентилів)

Показники	Фаза оваріально-менструального циклу		
	I	II	III
R-R, мс	732 [674;774]	687 [661;767]	723 [701;788]
VLF, мс <sup>2</sup>	581 [373;754]	765 [396;1187]	518 [373;755]
LF, мс <sup>2</sup>	612 [313;1069]	585 [422;1012]	435* <sup>#</sup> [27,28;57,21]
HF, мс <sup>2</sup>	261 [139;722]	287 [137;774]	434 [177;789]
HFnorm, %	33,58 [20,84;53,94]	38,35 [28,58;44,88]	47,45* <sup>#</sup> [27,28;57,21]
TP, мс <sup>2</sup>	1825 [1009;2553]	1747 [1283;2935]	1439* <sup>#</sup> [1077;2172]
aLF, мс <sup>2</sup> ·Гц <sup>-1</sup>	20001 [10070;33039]	17479 [11524;29179]	12235* <sup>#</sup> [8413;166668]

**Примітки:** \*p<0,05 у порівнянні з I фазою, # - p<0,05 між II та III.

між рівнями аналізованих показників ВСП в залежності від фази ОМЦ не було. Винятком є великі значення HF<sub>norm</sub> в III фазі ОМЦ порівняно з II (65,4 [54,8; 75,0] % та 55,4 [42,6; 68,9] % відповідно) та меншу aLF (11533 [5449; 23958] мс<sup>2</sup>·Гц<sup>-1</sup> та 17224 [9769; 26508] мс<sup>2</sup>·Гц<sup>-1</sup> відповідно), що вказує на більш високий рівень активації парасимпатичної частини вегетативної нервової системи (ВНС) у фолікуліновій та лютеїновій фазах [12, 16, 17].

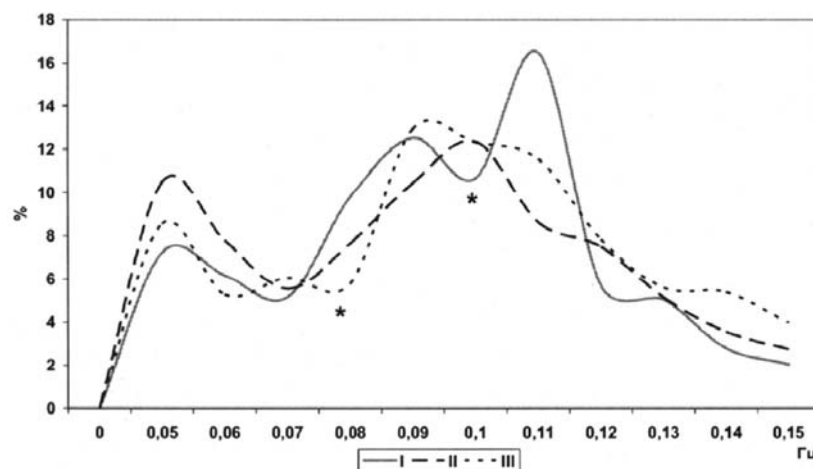
За умов психоемоційного навантаження у всіх фазах ОМЦ спостерігали високо достовірне (p<0,001) зниження R-R, HF, HF<sub>norm</sub>, TP (табл.). Такі зміни підтверджують значний рівень психоемоцій-

ного напруження, що супроводжується суттєвою активацією симпатичної частини ВНС [15, 16]. Медіана змін R-R (8,2-9,9%), HF (58,6-62,1%) і TP (25,3-36,6%) в усіх фазах ОМЦ була незначною. Реактивність на навантаження LF у I фазі (18,1 [-31,6;75,1]%) достовірно відрізнялась від змін у II фазі (-17,6 [-51,7;50,2]%) та III (-23,9 [-64,6;69,7]%) фазах ОМЦ. Зниження HF<sub>norm</sub> у III фазі було найменшим порівняно з II і тим більше I фазами (-26,6 [-4,3;-10,6]%, -38,3 [-48,9; -21,2]%, -45,0 [-55,9;20,6]%) відповідно).

За умов психоемоційного напруження з'являється значна різниця між рівнями LF та TP у III в порівнянні з II та I фазами. Активація симпатичної частини ВНС за показником HF<sub>norm</sub> найбільша у фолікулінову та лютеїнові фазах. Таким чином, за умов психоемоційного навантаження спостерігаємо великі адаптаційні зміни у ВНС в фолікуліновій фазі, найменша реактивність і погіршення функціонального стану – у лютеїновій фазі.

Звертає на себе увагу те, що найбільша дев'янтність значень реактивності на навантаження і внутрішньо групову варіативність типова для показників, що характеризують частотний діапазон коливань R-R від 0,04 до 0,15 Гц. У зв'язку з цим проводили детальний аналіз розподілу хвиль серцевого ритму у ньому за нормалізованою медіанною спектрограмою (рис.).

Встановили, що характер розподілу спектральної потужності в фолікуліновій фазі ОЦ за умов психоемоційного навантаження суттєво відрізняється від розподілення за інших умов наявністю двох піків, які можуть характеризувати вплив різних регуляторних механізмів. Розподілення потужності



**Рис.** Нормалізована медіанна спектрограма коливань тривалості інтервалу R-R в фолікуліновій (I), овуляторній (II) та лютеїновій (III) фазах у жінок за умов психоемоційного навантаження.

**Примітка:** \*p<0,05 у порівнянні з I фазою

коливань R-R в лютеїновій фазі також має такі самі піки, порівняно з овуляторною фазою, з одним найбільш вираженим піком на частоті 0,1 Гц.

Наявність двох піків може свідчити про два впливи на спектрограму серцевого ритму. Так, існують дві теорії формування хвиль у ділянці низьких частот. Перша - це вплив функціонування барорефлекторного механізму регуляції артеріального тиску [9, 14], друга - вплив ендогенного генератора ритму [5, 8, 15]. У дослідженнях Cooley зі співавт. [8] оцінювали спектри коливань артеріального тиску та R-R-інтервалів у хворих з імплантованим штучним лівим шлуночком. Через деякий час після імплантації (1 та 15 міс) у спектрах артеріального тиску повільні хвилі були відсутні, а в спектрах R-R-інтервалів власного серця повільні коливання "стали явними та домінуючими". На думку Покровського [13], система серцевого ритмогенезу дублюється генератором, розташованим у центральній нервовій системі.

Ймовірно, ендогенний осцилятор може захоплювати ритм хвиль, зумовлених діяльністю барорефлекторного механізму, що є проявом фундаментального природного явища синхронізації [4] і в такому разі, частоти як барорефлексу, так і осцилятора збігаються чи незначно відрізняються.

#### Висновки

1. З'ясували, що за умов психоемоційного навантаження відбувались зміни хвильової структури найбільш виражені у I фазі, найменше – у III фазі.
2. Характер розподілу спектральної потужності в I фазі ОЦ за умов психоемоційного навантаження суттєво відрізняється від розподілення за інших умов наявності двох піків, які можуть характеризувати вплив різних регуляторних механізмів.

**Перспективами подальших досліджень** є вивчення індивідуально-типологічних характеристик центральної гемодинаміки та хвильової структури серцевого ритму у жінок в різні фази ОМЦ.

#### References

1. Kovalenko SO, Kudiy LI. *Varibelnist sertsevoho rytmu. Metodichni aspekty*. Cherkasy: Cherkaskiy natsionalnyi universytet im B Khmelnytskoho, 2016. 269 s. [Ukrainian].
2. Kovalenko SO. *Regulatory rhythms of haemodynamics and their individual features at people*: Dis. Dr. Sci. (Biol.). Cherkasy; 2009. 372 s. [Ukrainian].
3. Makarenko MV. *Metodyka provedennya obstezhen ta otsinky indyvidualnykh neyrodynamichnykh vlastyvostey vyshchoi nervovoi diyalnosti lyudyny. Fiziologichnyi zhurnal*. 1999; 4 (45): 125-31. [Ukrainian].
4. Pikovskiy A, Rozenblyum M, Kurte Yu. *Sinkhronizatsiya. Fundamentalnoe nelineynoe yavlenie*. M: Tekhnosfera, 2003. 496 s. [Russian].
5. Milic M, Sun P, Liu F, Fainman C, Dimsdale J, Mills PJ, Ziegler MG. A comparison of pharmacologic and spontaneous baroreflex methods in aging and hypertension. *J Hypertens*. 2009; 27 (6): 1243-51. doi: 10.1097/HJH.0b013e32832a6e1b.
6. Ball A, Wolf CC, Ocklenburg S, Brüne M, Wolf OT, Güntürkün O, Pinnow M. The type of implicit motive enactment is modulated by sex hormones in naturally cycling women. *Physiol Behav*. 2014; 123: 119-26. DOI: 10.1016/j.physbeh.2013.09.016.
7. Bayer U, Kessler N, Güntürkün O, Hausmann M. Interhemispheric interaction across the menstrual cycle. *Neuropsychologia*. 2008; 46: 2415–22. DOI: 10.1016/j.neuropsychologia.2008.02.028.
8. Cooley RL, Montano N, Cogliati C, van de Borne P, Richenbacher W, Oren R, Somers VK. Evidence for a central origin of low-frequency oscillation in RR-inter- val variability. *Circulation*. 1998; 98: 556-61.
9. Gevese A, Gulli G, Polati E, Gottin L, Grasso R. Baroreflex and oscillation of heart period at 0.1 Hz studied by a-blokade and cross-spectral analysis of healthy humans. *J Physiol*. 2001; 531 (1): 235-44. doi: 10.1111/j.1469-7793.2001.0235j.x.
10. Hatta T, Nagaya K. Menstrual cycle phase effects on memory and Stroop task performance. *Arch Sex Behav*. 2009; 38 (5): 821-7. DOI: 10.1007/s10508-008-9445-7.
11. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Eur Heart J*. 1996 Mar; 17 (3): 354-81.
12. Hausmann M, Hamm P, Waldie KE, Kirk IJ. Sex hormonal modulation of interhemispheric transfer time. *Neuropsychologia*. 2013; 51: 1734–41. DOI: 10.1016/j.neuropsychologia.2013.05.017.
13. Pokrovskii VM. Alternative View on the Mechanism of Cardiac Rhythmogenesis. *Heart, Lung Circ*. 2003; 12 (Issue 1): 18-24.
14. Sebastian Ocklenburg, C. Wolf Claudia, Heed Tobias, Anna Ball, Holger Cramer, Brigitte Röder, Onur Güntürkün. Multisensory integration across the menstrual cycle. *Front Psychol*. 2013; 4: 666. doi: 10.3389/fpsyg.2013.00666.
15. Tenan MS, Brothers RM, Tweedell AJ, Hackney AC, Griffin L. Changes in resting heart rate variability across the menstrual cycle. *Psychophysiology*. 2014; 51 (10): 996-1004. DOI: 10.1111/psyp.12250.
16. von Holzen JJ, Capaldo G, Wilhelm M, Stute P. Impact of endo- and exogenous estrogens on heart rate variability in women: a review. *Climacteric*. 2016; 19 (3): 222-8. DOI: 10.3109/13697137.2016.1145206.
17. Yazar Ş, Yazıcı M. Impact of Menstrual Cycle on Cardiac Autonomic Function Assessed by Heart Rate Variability and Heart Rate Recovery. *Med Princ Pract*. 2016; 25 (4): 374-7. DOI: 10.1159/000444322.

УДК 612.172.2

**ВОЛНОВАЯ СТРУКТУРА СЕРДЕЧНОГО РИТМА  
ПРИ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОЙ НАГРУЗКЕ У ЖЕНЩИН***Луценко Е. И.*

**Резюме.** У 36 женщин возрастом 18-19 лет в фолликулиновой (I), овуляторной (II) и лютеиновой фазах (III) овариально-менструального цикла (ОМЦ) проводили спектральный анализ колебаний частоты сердечных сокращений при 10-минутной психо-эмоциональной нагрузке (обработка сенсорных сигналов в режиме обратной связи). Выяснили, что во всех фазах ОМЦ наблюдаются изменения волновой структуры, характерные для активации симпатической части вегетативной нервной системы, в наибольшей мере выраженные в I фазе, а в наименьшей - в III фазе. Показано, что характер распределения спектральной мощности в диапазоне низких частот сердечного ритма во время фолликулиновой фазы ОМЦ при психо-эмоциональной нагрузке существенно отличается от распределения в других условиях наличием двух выраженных пиков, которые могут характеризовать влияние различных регуляторных механизмов.

**Ключевые слова:** вариабельность сердечного ритма, частота сердечных сокращений, фазы овариального цикла, психо-эмоциональная нагрузка.

UDC 612.172.2

**Wave Structure of Heart Rhythm in Women under the Psychoemotional Pressure***Lutsenko Olena*

**Abstract.** Features of the wave structure of heart rate variability (HRV) usually reflect the dynamics of regulatory processes in humans and animals. However, most of the studies on physiological characteristics are conducted on men. The problem of the heart rate fluctuations frequency structure during long-term mental pressure with a significant psycho-emotional component in women hasn't been studied properly.

Therefore, the *purpose* of the study was to investigate the wave structure of the cardiac rhythm in women in different phases of the ovarian-menstrual cycle (OMC) under the conditions of psycho-emotional pressure.

*Materials and methods.* 32 female students in the prone condition were examined while performing a 10-minute mental pressure using the method of M.V. Makarenko. Each of the trials was performed three times: in follicular phase (I), ovulation (II) and luteal phase (III) of ovarian-menstrual cycle.

The power of the R-R spectrum was calculated in the standard frequency bands 0-0.04 Hz (VLF), 0.04-0.15 Hz (LF), 0.15-0.4 Hz (HF), 0-0.4 Hz (TP), normalize the power in the range of 0.15-0.4 Hz (HF<sub>norm</sub>). In addition, the spectral density (aLF) and the frequency (tLF) of the highest amplitude peak in the range 0.04-0.15 Hz were estimated. In order to find out the features of the wave structure in this range, a median spectrograph was constructed with a step of 0.01 Hz. Due to the abnormality of the data distribution, their processing was carried out using nonparametric statistical methods.

*Results.* It was found out that there were no significant differences between the levels of the analyzed parameters of HRV, depending on the phase of OMC. Under the conditions of psycho-emotional pressure in all phases of OMC, a high ( $p < 0.001$ ) decrease in R-R, HF, HF<sub>norm</sub>, TP was observed. The reactivity to the loading of LF in phase I (18.1 [-31.6; 75.1]%) significantly differed from the changes in the II phase (-17.6 [-51.7, 50.2]%) and III (-23.9 [-64.6, 69.7]%) of the phases of the OMC. The decrease in HF<sub>norm</sub> in the III phase was the lowest compared to the II and higher than on the first phase.

In terms of psycho-emotional stress, there is a significant difference between the levels of LF and TP in III compared to the II and I phases. The activation of the sympathetic part of the VNS by the HF<sub>norm</sub> index was highest in the follicular and luteal phases. It is noteworthy that the greatest deviation of the values of the reactivity to the emotional pressure and the intragroup variation is typical for the indicators that characterize the frequency range of the oscillations R-R from 0.04 to 0.15 Hz. In this connection, a detailed analysis of the distribution of the waves of the heart rate in it was carried out in a normalized median spectrogram.

*Conclusions.* It was found out that under the conditions of psycho-emotional pressure changes in the wave structure were expressed the most during the first phase, the less – during the III phase. The nature of spectral power distribution in phase I of the OC under conditions of psycho-emotional pressure was significantly different from the distribution under the other conditions. The presence of two peaks, which can characterize the influence of various regulatory mechanisms, was also observed.

**Keywords:** heart rate variability, ovarian cycle, heart rate, psycho-emotional pressure.

Стаття надійшла 21.09.2017 р.

Рекомендована до друку на засіданні редакційної колегії після рецензування