

Erythrocyte Volume: Role of Gardos Channels, Na<sup>+</sup>,K<sup>+</sup>,2Cl<sup>-</sup>— Cotransport and Anion Exchanger / Bull. Exp. Biol. Med. – 2019. - 167(4). - 508-511.

10. Sprague R.S., Ellsworth M.L., Stephenson A.H., Kleinhenz M.E., Lonigro A.J. Deformation-induced ATP release from red blood cells requires CFTR activity / Am. J. Physiol. – 1998. - 275 (Heart Circ. Physiol. 44). - H1726–H1732.

УДК 612.662:612.172.2

*М.М. Фатеев, Д.В. Лендоева, А.С. Смирнова*

**ВОЗДЕЙСТВИЕ ФАЗ ОВАРИАЛЬНО-МЕНСТРУАЛЬНОГО  
ЦИКЛА НА ПОКАЗАТЕЛИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ  
СЕРДЕЧНОГО РИТМА**

**Аннотация.** В статье продемонстрированы результаты исследований вегетативной регуляции сердца в разные фазы овариально-менструального цикла (ОМЦ) с использованием активной ортостатической пробы. Показано, что в состоянии покоя в фолликулярную фазу преобладают парасимпатические влияния на сердечный ритм по сравнению с другими фазами ОМЦ. При ортостатической пробе во все фазы ОМЦ повышается активность симпатoadренальной системы, но наибольшие изменения происходят в фолликулярную фазу.

**Ключевые слова:** Девушки-студентки, ЭКГ, овариально-менструальный цикл, ортостатическая проба, вариабельность сердечного ритма.

*M.M. Fateev, D.V. Lendoeva, A.S. Smirnova*

**THE EFFECT OF THE OVARIAN-MENSTRUAL CYCLE  
ON HEART RATE VARIABILITY**

**Abstract.** The article demonstrates the results of autonomic regulation studies of cardiovascular system in different phases of the ovarian-menstrual cycle (OMC) during an active orthostatic test. It has been shown that parasympathetic effects on the heart rate variability prevail at rest in the follicular phase compared to other phases of the OMC. During orthostatic test the activity of the sympathoadrenal system increases in all phases of the OMC, but the biggest changes occur in the follicular phase.

**Keywords:** Female students, ECG, ovarian-menstrual cycle, orthostatic test, heart rate variability.

### **Введение**

В настоящее время накоплено недостаточно данных, с помощью которых можно выявить взаимосвязь механизмов регуляции физиологических функций в разные фазы ОМЦ и процессов саморегуляции сердечно-сосудистой системы (ССС) у девушек-студенток. Влияние ОМЦ на показатели вариабельности сердечного ритма (ВСР) женщины исследуется в основном с учетом фолликулярной, овуляторной и лютеиновой фаз. [1].

Для оценки адекватности процессов адаптации ССС применяется ортостатическая проба [2]. Под влиянием ортостатической пробы наблюдается уменьшение интегральных показателей вариабельности сердечного ритма, что отражает преобладание активности симпатической нервной системы.

### **Методика**

В исследовании принимали участие 16 девушек-студенток в возрасте  $20 \pm 0,3$  лет, имеющих постоянный овариально-менструальный цикл. Регистрацию ЭКГ производили в середине весеннего семестра. Учитывались 3 фазы менструального цикла (МЦ): 1) фолликулярная (в среднем исследована на 7-й день МЦ); 2) фаза овуляции (16-й день МЦ); 3) лютеиновая (21-й день МЦ). Запись ЭКГ производили в I стандартном отведении в течение 5 минут с помощью диагностической системы «Валента» (Санкт-Петербург), а расчет показателей ВСР – в программе CRGraph. ВСР регистрировали в положении лежа в спокойном состоянии и при ортостатической пробе.

При анализе ВСР использовались следующие показатели [2, 3]: временной (статистический) анализ: ЧСС – частота сердечных сокращений (уд/мин), SDNN – стандартное отклонение нормальных RR интервалов (мс), CV – коэффициент вариации (%), RMSSD – квадратный корень из суммы квадратов разности величин последовательных пар интервалов RR (мс); геометрический анализ: MxDMn – вариационный размах (мс), Mo – мода (мс), AMo – амплитуда моды (%), ИВР – индекс вегетативного регулирования (усл.ед.), ВПР – вегетативный показатель ритма (усл.ед.), ПАПР – показатель адекватности процессов регуляции (усл.ед.), SI – стресс индекс (усл.ед.); корреляционная ритмография: EllSq – площадь скаттерограммы (мс<sup>2</sup>), EllAs – соотношение ширины к длине

скаттерограммы (%); спектральный анализ: VLF – мощность волн очень низкой частоты ( $\text{mc}^2$ ), LF – мощность волн низкой частоты ( $\text{mc}^2$ ), HF – мощность волн высокой частоты ( $\text{mc}^2$ ), TP – общая мощность спектра ( $\text{mc}^2$ ), VLF% относительное значение мощности волн очень низкой частоты, LF% - относительное значение мощности волн низкой частоты, HF% - относительное значение мощности волн высокой частоты и LF/HF – индекс вагосимпатического баланса (усл.ед.).

Статистическая обработка результатов осуществлялась при помощи программы Statistica 10. Рассчитывали среднюю арифметическую и ошибку средней ( $M \pm m$ ). Достоверность оценивалась по критерию t Стьюдента для парных данных.

### **Результаты и обсуждение**

Результаты анализа показателей ВСР показали, что в состоянии покоя имеются достоверные различия только между фолликулярной и овуляторной фазами ОМЦ. При этом значимо увеличились такие показатели ВСР, как ЧСС – в 1.1 раза, АМо - в 1.2 раза и ПАПР – в 1.4 раза, а уменьшились –SDNN – в 1.2, CV – в 1.1, RMSSD – в 1.4, МхDMn – в 1.3, Мо – в 1.1, EllSq – в 2.6, HF – в 1.4 раза. Все это свидетельствует о том, что в овуляторную фазу ОМЦ преобладают симпатические влияния на сердечный ритм (табл. 1).

Во время проведения ортостатической зарегистрированы достоверные изменения в показателях ВСР во всех фазах ОМЦ (табл. 1). Так, ортостатическая проба в фолликулярную фазу по сравнению с покоем приводила к достоверным изменениям большинства показателей ВСР. Произошло уменьшение таких показателей, как SDNN – в 1.5, RMSSD – в 3.2, МхDMn – в 1.6, Мо – в 1.3, EllSq – в 4.3, EllAs – в 2.3, HF – в 7.5, TP – в 2.0, HF% - в 3.4 раза, а увеличение: ЧСС – в 1.3, ИВР – в 2.0, ВПР – в 2.1, ПАПР – в 1.8, LF% - в 1.8 и LF/HF – в 6.9 раза. В овуляторную фазу при ортостатической пробе по сравнению с покоем выявлены достоверные изменения идентичных показателей, раскрытые в фолликулярную фазу при ортостатической пробе (за исключением показателей МхDMn, HF, TP, ИВР, ВПР). Обнаружено уменьшение таких показателей, как SDNN - в 1.3, RMSSD – в 2.5 раза, Мо – 1.3, EllSq – в 1.9, EllAs – в 2.1, HF% - в 3.8 раза, увеличение: ЧСС – в 1.3 раза, ПАПР – в 1.7, , LF% - в 1.5, , LF/HF – в 4.4 раза.

Таблица 1

Влияние фаз ОМЦ на показатели ВСР в покое и при ортостатической пробе

Показатель	Фолликулярная		Овуляторная		Лютеиновая	
	Покой	Ортостатическая проба	Покой	Ортостатическая проба	Покой	Ортостатическая проба
ЧСС (уд/мин)	67.0±2.00	88.3±4.23***	73.72±2.84#	98.49±4.48***>	71.80±2.89	92.99±3.73**
SDNN (мс)	68.7±7.00	45.0±4.38*	55.17±7.18##	42.59±4.71*	55.84±7.94	43.40±5.80
CV (%)	7.6±0.79	6.5±0.54	6.66±0.83##	6.87±0.72	6.52±0.85	6.57±0.71
RMSSD (мс)	73.3±10.59	23.0±2.66**	51.04±9.81#	20.45±4.00**	52.96±11.10	22.21±2.75*
МхDMn (мс)	412.5±38.67	250.0±26.73**	312.50±41.99#	275.00±34.07	331.25±37.72	262.50±30.98
Мо (мс)	893.8±29.79	687.5±32.39** *	806.25±37.72#	625.00±32.73** *	837.50±38.67	643.75±28.25** ^
АМо (%)	32.0±3.56	42.9±3.42	38.22±4.41#	49.94±6.06	40.22±5.62	43.44±3.75
ИВР (ул./ед.)	92.7±25.02	187.8±23.10*	162.68±46.04	236.47±67.90	150.11±37.10	191.62±37.34
ВПР (ул./ед.)	3.0±0.46	6.3±0.55**	4.90±0.99	7.18±1.60	4.11±0.61	6.65±0.89*
ПАПР (ул./ед.)	35.9±4.24	64.6±7.91*	48.65±6.47#	83.46±13.44*	49.54±7.91	69.48±8.0*

SI (ул./ед.)	52.6±15.31	139.9±18.69**	106.19±32.21	201.60±62.88	93.60±24.70	155.48±33.98
EllSq (мс <sup>2</sup> )	129379±2655 1	29634±6250**	49894±20710#	26741±6242*	86193±24036	29162±7546
EllAs (%)	61.5±5.26	27.0±2.65***	49.76±6.34	24.22±3.61**	50.35±5.42	27.91±2.42**
VLF (мс <sup>2</sup> )	401.2±91.72	214.0±45.92	284.09±79.30	163.23±43.96	207.56±49.56	228.14±77.90
LF (мс <sup>2</sup> )	347.7±79.19	319.3±101.33	292.43±90.79	231.52±73.49	187.49±51.30	257.41±82.25
HF (мс <sup>2</sup> )	471.6±138.03	62.6±20.18*	343.43±152.45 #	38.58±12.56	383.60±148.5 8	52.05±11.22
TP (мс <sup>2</sup> )	1220.6±238.2 2	595.9±150.80*	919.95±253.34	433.33±124.53	778.64±215.6 1	537.60±159.33
VLF (%)	37.1±5.32	39.6±4.57	38.66±5.76	43.19±4.13	34.61±5.75	42.39±5.11
LF (%)	27.6±2.55	50.0±3.82**	32.30±3.24	49.11±3.88*	27.99±3.54	42.28±5.11*
HF (%)	35.3±4.87	10.4±1.76**	29.04±5.80	7.71±0.86**	37.41±8.15	11.33±2.05**
LF/HF (усл.ед)	0.9±0.14	6.2±1.36**	1.65±0.47	7.48±1.69**	1.23±0.36	5.11±0.90***

\*\*\* -  $p < 0.001$ ; \*\* -  $p < 0.01$ ; \* -  $p < 0.05$  – покой по сравнению с ортостатической пробой; ## -  $p < 0.01$ ; # -  $p < 0.05$  – овуляторная фаза по сравнению с фолликулярной в покое; > -  $p < 0.05$  – овуляторная фаза по сравнению с фолликулярной при ортостатической пробе; ^ -  $p < 0.05$  – лютеиновая фаза по сравнению с фолликулярной при ортостатической пробе.

В лютеиновую фазу при сравнении состояний покоя и ортостаза наблюдались достоверные изменения по следующим показателям: уменьшение RMMSD - в 2.4 раза, Mo - в 1.3, EllAs – в 1,8, HF% – в 3.3 раза, увеличение ЧСС в 1.3 раза, ВПР – в 1.6, ПАПР – в 1.4, LF - в 1.5, LF/HF – в 4.2 раза. Во время проведения ортостатической пробы зарегистрированы достоверные изменения в показателях ВСР между фолликулярной и овуляторной только по ЧСС (увеличение в 1.1 раза), а между фолликулярной и лютеиновой фазами ОМЦ только по Mo (уменьшение в 1.1 раза). Эти изменения указывают на незначительное преобладание тонуса симпатической нервной системы при ортостатической пробе в овуляторную и лютеиновую фазы ОМЦ над фолликулярной.

Таким образом, в ходе нашего исследования были получены результаты, свидетельствующие о том, что фолликулярная фаза в отличие от овуляторной фазы ОМЦ характеризуется более высоким тонусом парасимпатического отдела автономной нервной системы. По показателям ВСР лютеиновая фаза не отличается от других фаз ОМЦ. Ортостатическая проба приводит к повышению активности симпато-адреналовой системы, и наибольшее воздействие она оказывает на фолликулярную фазу ОМЦ. Обнаруженные достоверные изменения в ВСР являются отражением особенностей действия половых гормонов на работу ССС в различные фазы ОМЦ [4].

#### **Библиографический список**

1. Воронова Н.В., Мегайл А.Ю., Елаева Л.Е., Кузьмина Г.И. Влияние сезона года и фазы менструального цикла женщины на параметры кардиоинтервалограммы // Экология человека. 2015. Т. 22. № 2. С. 20-26.
2. Бабунц И.В., Мириджанян Э.М., Мшаех Ю.А. Азбука variability сердечного ритма. Ставрополь. 2002. 152 с.
3. Баевский Р.М. Анализ variability сердечного ритма в космической медицине // Физиология человека. 2002. Т.28. № 2. С. 70-82.
4. Хасанов А.А., Журавлева В.И. Современные представления о регуляции менструальной функции // Практическая медицина. 2009. Т. 34. № 2. С. 57–59.