Дата публикации: 01.12.2023
DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_04_19
УДК 612.172.2

Publication date: 01.12.2023
DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_04_19
UDC 612.172.2

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЛОВЫХ РАЗЛИЧИЙ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У СТУДЕНТОВ

Д.А. Скорлупкин, Е.К. Голубева
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Иваново, Россия

Аннотация. Целью настоящей работы явилось изучение половых различий вегетативной регуляции ритма сердца у студентов. В исследовании приняли участие 50 мужчин и 50 женщин (студенты ИвГМА) в возрасте от 18 до 20 лет. Обследование женщин проводили в фолликулярную и лютеиновую фазу менструального цикла. Анализ результатов исследования позволил выявить преобладание активности парасимпатических нервных центров над симпатическими, что в большей степени проявляется у мужчин. У женщин симпатико-парасимпатическое равновесие зависит от фазы менструального цикла. В лютеиновую фазу процент симпатических влияний в общей регуляции деятельности сердца выражен в большей степени, чем в фолликулярную фазу.
Ключевые слова: вариабельность сердечного ритма, вегетативная нервная система, половые особенности.

GENDER DIFFERENCES IN AUTONOMIC REGULATION OF HEART RATE IN STUDENTS

D.A. Skorlupkin, E.K. Golubeva
Ivanovo State Medical Academy, Ivanovo, Russia

Annotation. The purpose of this work was to study the gender differences in the autonomic regulation of heart rhythm in students. The study involved 50 young men and 50 young women (students of the Ivanovo State Medical Academy) aged 18 to 20 years. The young women were examined during the follicular and luteal phases of the menstrual cycle. Analysis of the results of the study revealed the predominance of the activity of parasympathetic nerve centers over the sympathetic ones, which is more evident in men. In women, the sympathetic-parasympathetic balance depends on the phase of the menstrual cycle. In the luteal phase, the percentage of sympathetic influences in the general regulation of heart activity is expressed to a greater extent than in the follicular phase.
Keywords: heart rate variability, autonomic nervous system, gender features.

Введение. Регуляция физиологических функций и процессов в организме человека осуществляется не только гуморальными факторами внутренней среды, но и за счёт рефлекторной деятельности автономной нервной системы [1]. Уровень базального тонуса вегетативных центров определяет характер работы сердечно-сосудистой системы. Регуляторные механизмы обеспечивают непрерывный контроль тонуса сосудистой стенки, деятельности сердца, а также поддерживают стабильность сердечного ритма. Активация парасимпатических кардиальных центров вызывает снижение возбудимости и проводимости миокарда, уменьшение силы и частоты сердечных сокращений (ЧСС), что приводит к увеличению продолжительности R-R интервалов [2]. Напротив, возбуждение симпатических нервных центров, сопряженное с увеличением секреции катехоламинов (адреналина и норадреналина), приводит к повышению сократительной активности сердца [3]. В связи с этим вариабельность сердечного ритма (ВСР) выступает в качестве наиболее точного маркера, позволяющего оценить

степень участия отделов вегетативной нервной системы в регуляции сердечной деятельности [4].

В то же время функциональное состояние вегетативных регуляторных механизмов у женщин репродуктивного возраста во многом зависит от гуморального статуса, определяющегося циклическими изменениями в гипоталамо-гипофизарно-овариальной системе [5]. Известно, что фолликулярная фаза, которая продолжается в среднем с 1 по 14 день менструального цикла, характеризуется низкими концентрациями эстрогенов и прогестерона в сыворотке крови. Содержание этих гормонов увеличивается во время лютеиновой фазы, период которой длится с 14 по 28 день [6-7]. В связи с этим актуальным является исследование не только гендерных различий вариабельности сердечного ритма, но и ее особенностей в зависимости от фазы менструального цикла.

Цель исследования – выявить половые различия вегетативной регуляции ритма сердца у студентов.

Методы и организация исследования. Работа выполнена на базе научно-исследовательской лаборатории кафедры нормальной физиологии Ивановской государственной медицинской академии. В исследовании приняли участие 100 практически здоровых студентов 2 курса ИвГМА (50 мужчин и 50 женщин), средний возраст которых составил 19,27±0,13 лет. Согласно Хельсинской декларации Всемирной медицинской ассоциации, работа выполнена с соблюдением этических принципов проведения биомедицинских научных исследований с участием человека. Предварительно все испытуемые дали письменное информированное согласие на участие. Женщин с регулярным менструальным циклом обследовали на 5–6-й день цикла (фолликулярная фаза) и за 5-6 дней до его окончания (лютеиновая фаза). Средняя длительность менструального цикла составила 29,22±0,32 дней.

Для оценки особенностей вегетативной регуляции сердечного ритма производили запись электрокардиограммы в горизонтальном положении тела в течение 5 минут с использованием компьютерного электрокардиографического комплекса «Полиспектр» («Нейрософт», г. Иваново). У каждого испытуемого было зарегистрировано и проанализировано не менее 300 кардиоциклов [8]. Оценивали следующие частотные, временные и расчетные показатели ВСР: мощность спектра в диапазоне низких частот (LF, мс^2), доля низкочастотного компонента в суммарной мощности спектра (LF, %), мощность спектра в диапазоне высоких частот (HF, мс^2), доля высокочастотного компонента в суммарной мощности спектра (HF, %), симпатовагальный индекс (LF/HF, усл.ед), доля мощности спектра в диапазоне сверхнизких частот (VLF, %), квадратный корень из средней суммы квадратов разностей между соседними NN-интервалами (RMSSD, мс), стандартное отклонение NN-интервалов (SDNN, мс), длительность минимального кардиоинтервала (R-Rmin, мс), длительность максимального кардиоинтервала (R-Rmax, мс), индекс напряжения регуляторных систем Р.М. Баевского (ИН, усл.ед.), вариационный размах R-R интервалов (MxDMn, с), вегетативный показатель ритма (ВПР, усл.ед.).

Статистическую обработку результатов исследования проводили с помощью электронных таблиц Microsoft Excel и программы Statistica. Нормальность распределения оценивали с помощью критерия Колмогорова-Смирнова (с поправкой Лиллиефорса). Достоверность различий определяли с использованием непараметрического U-критерия Манна-Уитни для независимых групп. Различия считали статистически значимыми при $p \leq 0,05$. Количественные переменные представлены в виде медианы, первого и третьего квартиля (Me [Q1; Q3]).

Результаты исследования и их обсуждение. Спектральный анализ параметров ВСР показал, что у мужчин мощность спектра в диапазоне высоких частот больше, чем низкочастотного компонента (табл. 1).

При этом доля HF в общей мощности спектра составляет 40,80 [28,25; 49,75]%, тогда как LF – 25,60 [18,40; 34,60]%. Это свидетельствует о преобладании активности парасимпатического звена регуляции сердечного ритма над симпатическим [9]. Результат расчёта индекса напряжения регуляторных систем свидетельствует об умеренном уровне централизации управления сердечным ритмом в покое.

В результате сравнительного анализа половых различий ВСР выявлено более высокое значение HF, RMSSD и более низкая величина ИН у мужчин, чем у женщин в фолликулярную и лютеиновую фазу.

Таблица

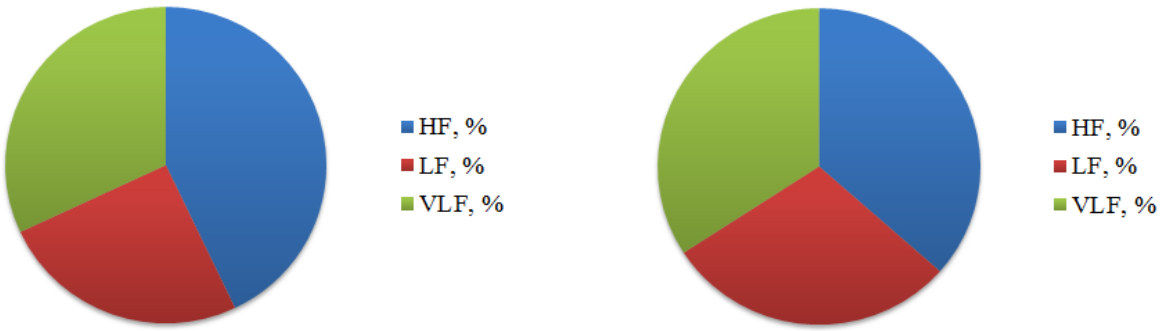
Вариабельность сердечного ритма у студентов, Me [Q1; Q3]

Показатель ВСР	**Мужчины (n=50)**	**Женщины (n=50)**	
		Фолликулярная фаза (n=50)	**Лютеиновая фаза (n=50)**
ЧСС, уд/мин	64,70 [57,95; 71,30]	70,70 [64,77; 78,65] *(p=0,001)	72,30 [66,62; 77,00] *(p=0,0007)
R-Rmin, мс	710,00 [625,50; 772,00]	661,00 [609,75; 711,25] *(p=0,04)	667,50 [639,00; 716,75]
R-Rmax, мс	1203,00 [1083,50; 1406,00]	1174,50 [1007,00; 1393,50]	1076,50 [982,25; 1402,00] *(p=0,03)
RMSSD, мс	65,00 [51,00; 97,00]	57,50 [43,00; 79,00] *(p=0,04)	59,50 [39,00; 76,50] *(p=0,04)
SDNN, мс	68,00 [56,50; 91,50]	60,00 [47,00; 69,50] *(p=0,02)	60,00 [43,25; 75,00] *(p=0,05)
HF, мс^2	1803,00 [1052,00; 3466,00]	1239,50 [630,00; 2211,25] *(p=0,02)	1436,50 [697,25; 2064,50] *(p=0,04)
LF, мс^2	1011,50 [647,50; 1957]	882,00 [542,50; 1413,50]	1071,50 [516,50; 1706,00]
LF/HF, усл.ед.	0,62 [0,46; 1,08]	0,64 [0,41; 1,15]	0,77 [0,49; 1,18]
ИН, усл.ед.	48,95 [35,75; 70,22]	71,41 [45,38; 111,80] *(p=0,001)	78,30 [40,01; 128,13] *(p=0,006)
MxDMn, с	0,38 [0,31; 0,51]	0,30 [0, 24; 0,41] *(p=0,03)	0,30 [0,21; 0,41] *(p=0,01)
ВПР, усл.ед.	1,87 [1,54; 2,87]	2,61 [1,77; 3,79] *(p=0,03)	2,89 [1,77; 4,71] *(p=0,009)

Примечание: ЧСС – частота сердечных сокращений; R-Rmin – длительность минимального кардиоинтервала; R-Rmax – длительность максимального кардиоинтервала; RMSSD – квадратный корень из средней суммы квадратов разностей между соседними NN-интервалами; SDNN – стандартное отклонение NN-интервалов; HF – мощность спектра в диапазоне высоких частот; LF – мощность спектра в диапазоне низких частот; LF/HF симпатовагальный индекс; ИН – индекс напряжения регуляторных систем; MxDMn – вариационный размах R-R интервалов; ВПР – вегетативный показатель ритма; * – статистически значимые различия показателей у мужчин и женщин ($p \leq 0,05$)

Стандартное отклонение кардиоинтервалов, отражающее состояние вегетативного баланса, у всех испытуемых соответствует физиологической норме (40-80 мс), но у мужчин имеет более высокое значение, чем у женщин [10]. Это свидетельствует о большей степени возбуждения парасимпатических кардиальных центров и меньшем влиянии центрального контура регуляции на ритм сердца у мужчин. Половые различия симпатико-парасимпатического равновесия также характеризует ВПР. Установлено, что у мужчин величина этого показателя значительно меньше, что позволяет говорить о более выраженном смещении вегетативного баланса в сторону вагусных влияний, в связи с этим ЧСС достоверно меньше по сравнению с женщинами. Результаты анализа параметров временной области ВСР свидетельствуют о том, что в фолликулярную фазу менструального цикла у женщин по сравнению с мужчинами меньше продолжительность R-Rmin, тогда как в лютеиновую фазу – R-Rmax. Индекс MxDMn у женщин имеет более низкое значение, чем у мужчин. Это свидетельствует о меньшем диапазоне вариации кардиоинтервалов у женщин.

Как и у мужчин, значение HF у женщин больше, чем величина LF, как в фолликулярную, так и в лютеиновую фазу менструального цикла. Доля HF (%) в суммарной мощности спектра в фолликулярную фазу составляет 39,35 [25,00; 51,90]%, в лютеиновую – 35,50 [25,90; 47,65]%, а % LF равен 23,00 [17,65; 28,75]% и 28,50 [20,10; 34,70] % соответственно (рис.).



а. Фолликулярная фаза б. Лютеиновая фаза

Рис. Спектральный состав вариабельности ритма сердца у женщин в зависимости от фазы менструального цикла

Примечание: HF – доля высокочастотного компонента в суммарной мощности спектра; LF – доля низкочастотного компонента в суммарной мощности спектра; VLF – доля мощности спектра в диапазоне сверхнизких частот

Это свидетельствует о преобладающей активности парасимпатических вегетативных центров. В лютеиновую фазу доля мощности спектра в диапазоне низких частот больше, чем в фолликулярную ($p=0,02$), что указывает на большую степень функциональной активности симпатического звена регуляции в лютеиновую фазу. Временные показатели ВСР (ЧСС, R-Rmin, R-Rmax, RMSSD) и доля VLF в суммарной мощности спектра не имеют достоверных различий в зависимости от фазы менструального цикла.

Заключение. Таким образом, в состоянии покоя преобладает активность парасимпатического звена регуляции деятельности сердца, что в большей степени выражено у мужчин. У женщин в лютеиновую фазу менструального цикла степень участия симпатических нервных центров в регуляции ритма сердца выше, чем в фолликулярную фазу.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Imai, J. Regulation of systemic metabolism by the autonomic nervous system consisting of afferent and efferent innervations / J. Imai, H. Katagiri // International Immunology. – 2022. – № 34(2). – P. 67-79. DOI: 10.1093/intimm/dxab023.
2. Показатели вариабельности сердечного ритма у студентов и студенток / Х. Х. Шахбиев, Х. У. Джанхотова, Э. Б. Гакаева, З. А. Б. Аслаханова // Известия чеченского государственного университета им. А.А. Кадырова. – 2019. – № 4(16). – С. 42-46.
3. Analysis of Heart Rate Variability and Implication of Different Factors on Heart Rate Variability / Tiwari R., Kumar R., Malik S. [et al] // Current Cardiology Reports. – 2021. – № 17(5). DOI: 10.2174/1573403X16999201231203854.
4. Heart rate variability (HRV) as a way to understand associations between the autonomic nervous system (ANS) and affective states: A critical review of the literature / Gullett N., Zajkowska Z., Walsh A. [et al] // International Journal of Psychophysiology. – 2023. – № 192. – P. 35-42.
5. Параметры кардиоинтервалограммы женщины в зависимости от сезона и фазы менструальруального цикла / Н. В. Воронова, А. Ю. Мейгал, Л. Е. Елаева, Г. И. Кузьмина // Вестник уральской медицинской академической науки. – 2014. – № 2. – С. 15-19.
6. A Comparative Analysis of Dietary Habits on Sensory Motor Association and Heart Rate Variability during Menstrual Cycle / A. K. Choudhary, T. Alam, R. Jiwane, S. S. Kishanrao // Journal of Clinical and Diagnostic Research. – 2016. – № 10(1). – P. 4-8. DOI: 10.7860/JCDR/2016/16421.7068.
7. Цигулева, О. А. Изменение показателей сердечно-сосудистой системы в разные фазы менструального цикла / О. А. Цигулева, Т. Н. Колесникова // Вестник Уральской медицинской академической науки. – 2014. – № 3(49). – С. 129-131.
8. Носовский, А. М. Математические методы оценки вариабельности сердечного ритма (обзор) / А. М. Носовский, С. В. Поздняков, Е. В. Каминская // Norwegian Journal of development of the International Science. – 2018. – № 16. – С. 22-39.
9. Зависимость вариабельности сердечного ритма от частоты сердечных сокращений в юношеском возрасте / В. Ф. Бондаренко, А. К. Исмаилова, Ю. А. Курбаналиева, И. А. Тетерина // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Естественные и медицинские науки. – 2018. – № 3. – С. 94-102.
10. Мальцев, В. П. Особенности вариабельности сердечного ритма студентов в зависимости от пола и типа вегетативной регуляции / В. П. Мальцев, А. А. Говорухина, О. А. Мальков // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Серия: Биология. Химия. – 2022. – Т. 8(74). – № 4. – С. 126-135.

REFERENCES

1. Imai J., Katagiri H. Regulation of systemic metabolism by the autonomic nervous system consisting of afferent and efferent innervations. *International Immunology*, 2022, no. 34(2), pp. 67-79. DOI: 10.1093/intimm/dxab023.
2. Shakhbiyev Kh.Kh., Dzhankhotova H.Yu., Gakaeva E.B., Aslakhanova Z.A.B. Heart rate variability indicators in students. *News of the Chechen State University named after A.A. Kadyrov*, 2019, no. 4(16), pp. 42-46. (in Russ.)
3. Tiwari R., Kumar R., Malik S., Raj T., Kumar P. Analysis of Heart Rate Variability and Implication of Different Factors on Heart Rate Variability. *Current Cardiology Reports*, 2021, no. 17(5). DOI: 10.2174/1573403X16999201231203854.
4. Gullett N., Zajkowska Z., Walsh A., Harper R., Mondelli V. Heart rate variability (HRV) as a way to understand associations between the autonomic nervous system (ANS) and affective states: A critical review of the literature. *International Journal of Psychophysiology*, 2023, no. 192, pp. 35-42.
5. Voronova N.V., Meigal A.Yu., Yelaeva L.E., Kuzmina G.I. Heart Rate Variability in Women During Various Seasons and Phases of the Menstrual Cycle. *Journal of Ural Medical Academic Science*, 2014, no.2, pp. 15-19. (in Russ.)
6. Choudhary A.K., Alam T., Jiwane R., Kishanrao S.S. A Comparative Analysis of Dietary Habits on Sensory Motor Association and Heart Rate Variability during Menstrual Cycle. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 2016, no. 10(1), pp. 4-8. DOI: 10.7860/JCDR/2016/16421.7068.
7. Tsiguleva O.A., Kolesnikova T.N. Parameters of Cardiovascular System in Menstrual Cycle. *Journal of Ural Medical Academic Science*, 2014, no. 3(49), pp. 129-131. (in Russ.)
8. Nosovskij A.M., Pozdnyakov S.V., Kaminskaya E.V. Modern mathematical methods of an

estimation of variability of an intimate rhythm (review). *Norwegian Journal of development of the International Science,* 2018, no. 16, pp. 22-39. (in Russ.)
9. Bondarenko V.F., Ismailova A.K., Kurbanalieva Yu.A., Teterina I.A. Dependence of heart rate variability on heart rate in adolescence. *IKBFU's Vestnik. Series: Natural and Medical Sciences*, 2018, no. 3, pp. 94-102. (in Russ.)
10. Mal'tsev V.P., Govorukhina A.A., Mal'kov O.A. Peculiarities of students' heart rate variability depending on gender and type of vegetative regulation. *Scientific Notes of V.I. Vernadsky Crimean Federal University. Biology. Chemistry*, 2022, vol. 8(74), no. 4, pp. 126-135. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:
Дмитрий Андреевич Скорлупкин – ассистент кафедры нормальной физиологии ФГБОУ ВО «Ивановская государственная медицинская академия» Минздрава России, Иваново, e-mail: sk_dmit96@mail.ru.
Елена Константиновна Голубева – доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры нормальной физиологии ФГБОУ ВО «Ивановская государственная медицинская академия» Минздрава России, Иваново, e-mail: elkgol@yandex.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Dmitrij Andreevich Skorlupkin – Assistant of the Department of Normal Physiology, Ivanovo State Medical Academy, Ivanovo, e-mail: sk_dmit96@mail.ru.
Elena Konstantinovna Golubeva – Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Normal Physiology, Ivanovo State Medical Academy, Ivanovo, e-mail: elkgol@yandex.ru.

Для цитирования: Скорлупкин, Д. А. Характеристика половых различий вегетативной регуляции сердечного ритма у студентов / Д. А. Скорлупкин, Е. К. Голубева // Современные вопросы биомедицины. – 2023. – Т. 7. – № 4. DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_04_19

For citation: Skorlupkin D.A., Golubeva E.K. Gender differences in autonomic regulation of heart rate in students. *Modern Issues of Biomedicine*, 2023, vol. 7, no. 4. DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_04_19