

ОСОБЕННОСТИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОРРЕЛЯЦИОННОЙ РИТМОГРАММЫ И ВАРИАЦИОННОЙ ПУЛЬСОМЕТРИИ У ЛЮДЕЙ В ВОЗРАСТЕ 18–27 ЛЕТ С РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ МОДУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

С.И. Еремеев, О.В. Еремеева, В.С. Кормилец, А.Ю. Кормилец
Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск

Изучены групповые особенности параметров корреляционной ритмограммы и вариационной пульсометрии у людей с эгалитарной, метаболической, сосудистой, дыхательной модуляцией сердечного ритма в популяции здоровых женщин и мужчин в возрасте 18–27 лет. Оценка варибельности ритма сердца проводилась по протоколу коротких записей длительностью 5 минут.

Ключевые слова: физиология вегетативной нервной системы, варибельность ритма сердца, нелинейный анализ, временной анализ.

Введение. Анализ варибельности сердечного ритма часто используется в целях оценки нарушения функции систем организма и как предиктор тяжести заболевания благодаря взаимосвязям состояния центральной нервной системы, нейроэндокринной и иммунной систем [6, 7]. Интегративные тенденции в медицине характеризуются разработкой и внедрением в практику новых информационных технологий диагностики, основанных на анализе медленных волновых процессов гемодинамики, отражающих метаболическое и нейровегетативное обеспечение организма, его резервы и устойчивость [3]. Анализ варибельности сердечного ритма представляет собой быстро развивающуюся дисциплину, в различных областях которой наблюдается постоянный рост количества разработанных приложений. Была предложена новая типология модуляции сердечного ритма и обоснованы ее диагностические критерии [1]. В медицине и, особенно, в области неотложных состояний, усилия исследователей сосредоточены на оценке клинического значения варибельности. В то же время, повышение комплексности методов исследования породило новые вызовы к интерпретации и пониманию варибельности [4, 5, 7]. Отмечается повышенное внимание исследователей к оценке варибельности ритма сердца нелинейными методами анализа [5, 9, 10]. Однако остаются недостаточно изученными взаимосвязи предложенных типов модуляции с первичными и вторичными параметрами варибельности ритма сердца, понимание таких взаимосвязей в определенной мере облегчило бы физиологическую и медицинскую интерпретацию новой информации.

Цель исследования: изучить групповые особенности параметров корреляционной ритмограммы и вариационной пульсометрии у людей с эгалитарным, метаболическим, сосудистым и дыхательным типом модуляции сердечного ритма в

популяции здоровых женщин и мужчин в возрасте 18–27 лет.

Задачи исследования: 1) установить существование достоверных различий параметров варибельности ритма сердца, полученных методом корреляционной ритмограммы и вариационной пульсометрии; 2) оценить характер взаимосвязи между тремя модуляторами сердечного ритма в популяции людей с эгалитарной, метаболической, сосудистой, дыхательной модуляцией сердечного ритма.

Методика. Одноцентровое трансверсальное исследование выполнено по доэкспериментальному плану [2] на 1611 добровольцах. Все участники знакомы с процедурой обследования в лаборатории по информационному буклету и подписывали информированное согласие по форме, одобренной этическим комитетом. Выбытие из исследования не отмечалось. Участники прибывали в лабораторию в период с 8 до 10 ч натошак. Период отдыха от физических упражнений был более 36 ч. После прибытия в лабораторию участник знакомился с буклетом, проходил процедуру измерения массы тела и роста стоя, заполнял опросник, находясь в положении сидя.

Критерии включения в исследование: возраст от 18 до 27 лет включительно, состояние здоровья соответствует 1, 2, 3 медицинской группе, пол – любой, ритм сердца – синусовый, воздержание от приема возбуждающих напитков более 8 ч, курения – 3 ч, сон более 7 ч.

Критерии исключения из исследования: возраст менее 18 и более 27 лет; более 10 % экстрасистол, несинусовый ритм сердца, состояние здоровья соответствует 4 и 5 группе.

Оценка варибельности ритма сердца проводилась по протоколу коротких записей длительностью 5 мин [8] при помощи электрокардиографа «Полиспектр-8/EX» и программного пакета «Поли-Спектр-Ритм» (ООО «Нейрософт», Россия).

Из общей выборки были выделены группы, различающиеся взаимоотношениями вкладов трех модуляторов в варибельность ритма. В основу группировки наблюдений были положены данные об относительной мощности спектра сердечного ритма в диапазоне очень низких частот (VLF 0,003–0,04 Гц), низких частот (LF 0,04–0,015 Гц), высоких частот (HF 0,15–0,4 Гц). Согласно предложенным ранее критериям были выделены группы с эгалитарной, метаболической, сосудистой и дыхательной модуляциями сердечного ритма [1].

В показателях корреляционной ритмограммы у участников выделенных групп были определены описательные статистики длины основного облака скаттерограммы (L), ширины скаттерограммы (w), отношения длинной и короткой оси эллипса скаттерограммы (L/w), площади скаттерограммы (S). Были изучены описательные статистики первичных и вторичных параметров вариационной пульсометрии по Р.М. Баевскому.

Различия между выделенными группами по изучаемым параметрам оценивали при помощи метода наименьших квадратов one way ANOVA при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение исследований.

В результате группировки 1611 обследованных участника распределились следующим образом: в состав группы с эгалитарным типом модуляции были отнесены 399 наблюдений, с метаболическим типом модуляции – 403, с сосудистым – 412, с дыхательным – 397 наблюдений.

Достоверные различия антропометрических параметров между группами обнаружены не были. Средний возраст участников лежал в диапазоне 19,9–20,5 лет при среднеквадратических отклонениях в диапазоне $\pm(1,2-1,7)$ года. Средние величины роста стоя лежали в диапазоне 168,1–169,3 см при среднеквадратических отклонениях в диапазоне 8,0–9,1 см. Средние величины массы тела участников групп лежали в диапазоне 61,5–63,8 кг при среднеквадратических отклонениях в диапазоне 11,4–13,8 кг.

Данные о параметрах корреляционной ритмограммы и вариационной пульсометрии у представителей групп с различными типами модуляции ритма сердца приводятся в таблице. Достоверность различия методом ANOVA определяли между группами, кодированными следующим образом: 1 – эгалитарная, 2 – метаболическая, 3 – сосудистая, 4 – дыхательная модуляция. При наличии достоверных различий между группами в таблице приводится указание на соответствующие коды групп.

Представленный в таблице материал показывает, что параметры корреляционной ритмограммы демонстрировали определенные различия средних значений в группах. Так, хотя достоверные различия параметра L между представителями групп с эгалитарным и с метаболическим типами модуляции не были найдены, но обе эти группы

достоверно отличались и от группы с сосудистым, и от группы с дыхательным типом модуляции. Среднее значение этого параметра достоверно различалось и между группами с сосудистым и дыхательными типами модуляции.

Ширина скаттерограммы (w) достоверно различалась во всех группах, кроме пары метаболический и сосудистый тип модуляции.

Отношение L/w достоверно различалось во всех четырех группах (рис. 1а). Площадь облака скаттерограммы (S) представителей эгалитарного типа модуляции достоверно отличалась от этого параметра у представителей группы с дыхательным и сосудистым, но не с метаболическим типом модуляции (рис. 1б).

Таким образом, нелинейный анализ показывает существование межгрупповых различий по большинству параметров, что подкрепляет целесообразность выделения четырех классификационных групп по относительной спектральной мощности варибельности сердечного ритма.

Параметры вариационной пульсометрии также демонстрировали определенные различия средних значений в группах. Мода кардиоинтервалов, характеризующая доминирующий уровень функционирования синусового узла, достоверно различалась у представителей группы с дыхательным типом модуляции со всеми другими группами, как и у представителей группы с сосудистым типом модуляции. Достоверные различия между группами с эгалитарным и с метаболическим типом модуляции найдены не были, но обе эти группы достоверно отличались от группы с дыхательным и сосудистым типами (рис. 2а). Амплитуда моды, характеризующая меру влияния симпатического отдела, имела такой же характер различий, как и мода, но величина параметра была зеркально симметрична (рис. 2б).

Вариационный размах, характеризующий меру влияния парасимпатического отдела, достоверно отличался у представителей группы с дыхательным и с сосудистым типом модуляции сердечного ритма от всех других групп. Группа с эгалитарным типом достоверно отличалась и от группы с дыхательным и от группы с сосудистым типами. Группа с метаболическим типом достоверно отличалась только от группы с дыхательным типом. Достоверные различия между группами с эгалитарным и метаболическим типами модуляции найдены не были. Также не было обнаружено достоверное различие между группой с метаболической и с сосудистой модуляцией (рис. 3а).

Анализ межгрупповых различий вторичных показателей вариационной пульсометрии показал, что достоверные различия индекса напряжения существуют между представителями с дыхательным и сосудистым типами модуляции между собой и с представителями групп с эгалитарным и с метаболическим типом модуляции (рис. 3б).

Параметры корреляционной ритмограммы и вариационной пульсометрии у людей 18–27 лет с различными типами модуляции сердечного ритма и достоверность межгрупповых различий

Параметр	Эгалитарный, М	Эгалитарный, SD	Метаболический, М	Метаболический, SD	Сосудистый, М	Сосудистый, SD	Дыхательный, М	Дыхательный, SD	Достоверность различия $p < 0,05$
L	231,36	87,08	227,8	89,5	209,1	83,6	250,0	103,2	1-3 1-4 2-3 2-4 3-4
w	96,43	50,59	76,7	48,0	72,6	41,7	141,8	79,3	1-2 1-3 1-4 2-4 3-4
L/w	2,86	1,12	3,80	1,89	3,33	1,25	2,12	0,91	1-2 1-3 1-4 2-3 2-4 3-4
S	40387,3	38174,8	32875,6	47095,4	27991,8	30107,5	66184,8	65269,2	1-3 1-4 2-4 3-4
M	0,79	0,14	0,76	0,13	0,72	0,12	0,85	0,15	1-3 1-4 2-3 2-4 3-4
СК	0,054	0,023	0,052	0,025	0,046	0,022	0,07	0,031	1-3 1-4 2-3 2-4 3-4
Mo	0,78	0,15	0,76	0,14	0,71	0,12	0,84	0,17	1-3 1-4 2-3 2-4 3-4
AMo	41,05	12,93	41,82	13,02	45,23	13,60	35,72	13,37	1-3 1-4 2-3 2-4 3-4
Me	0,78	0,14	0,75	0,13	0,71	0,12	0,84	0,15	1-3 1-4 2-3 2-4 3-4
BP	0,30	0,13	0,27	0,13	0,25	0,11	0,35	0,17	1-3 1-4 2-4 3-4
ИВР	186,9	172,8	204,7	175,6	240,8	175,7	147,6	144,7	1-3 1-4 2-3 2-4 3-4
ПАПР	55,7	25,3	58,4	25,9	67,0	27,1	46,0	24,1	1-3 1-4 2-3 2-4 3-4
ВПР	5,6	3,7	6,2	4,0	7,2	3,9	4,7	3,4	1-3 1-4 2-3 2-4 3-4
ИН	133,8	153,4	149,9	160,5	184,5	156,0	100,5	121,6	1-3 1-4 2-3 2-4 3-4

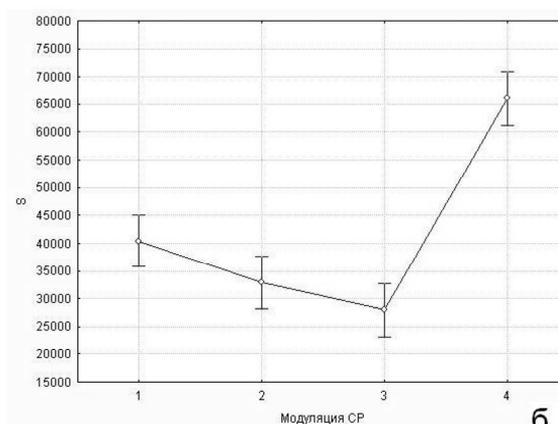
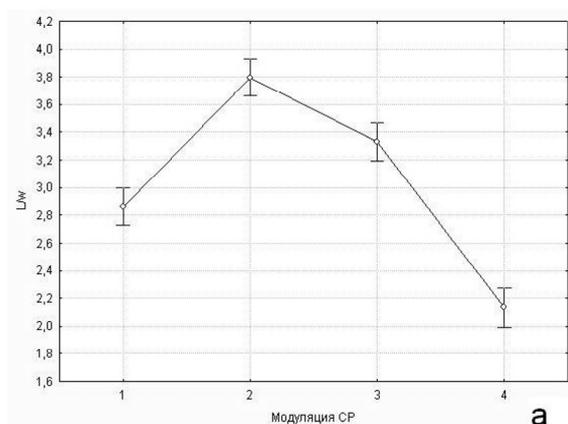


Рис. 1. Межгрупповые различия параметров корреляционной ритмограммы:
а – отношение осей облака скаттерограммы L/w; б – площадь облака скаттерограммы S

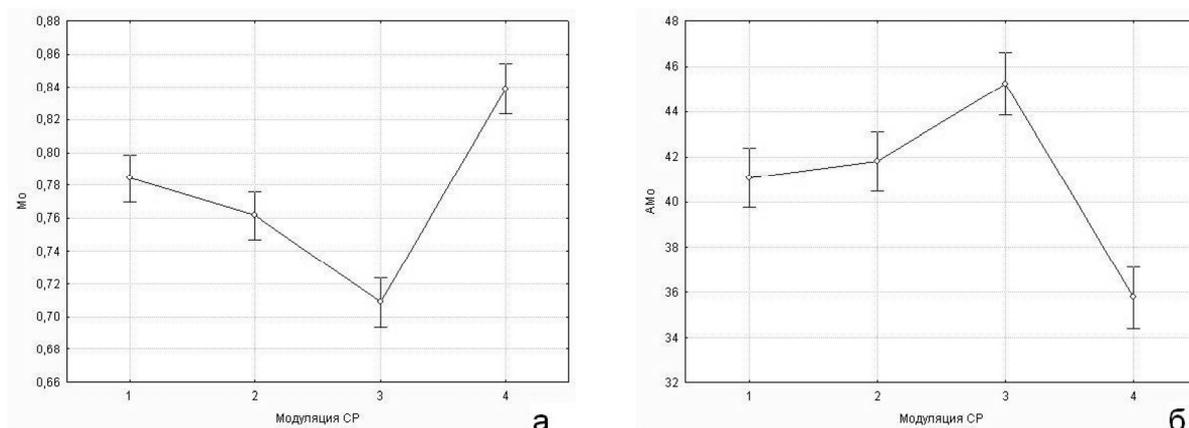


Рис. 2. Межгрупповые различия параметров вариационной пульсометрии:
а – мода (Mo), с; б – амплитуда моды (AMo), %

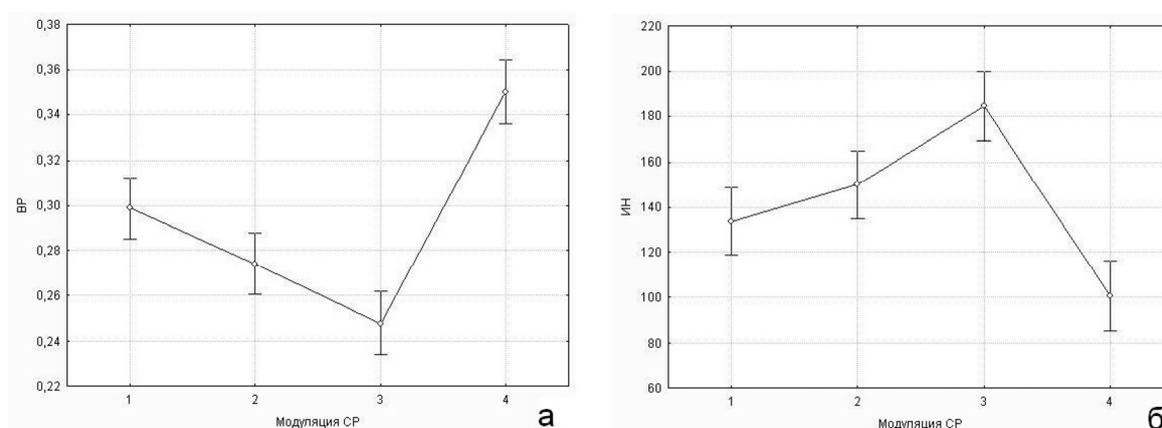


Рис. 3. Межгрупповые различия параметров вариационной пульсометрии:
а – вариационный размах (BP), с; б – индекс напряжения (ИН)

Заключение. Таким образом, в результате исследования было установлено наличие достоверных различий параметров корреляционной ритмограммы и параметров вариационной пульсометрии у людей 18–27 лет с различными типами модуляции ритма сердца.

В изученной выборке половину составляли люди с примерно равными, среднего уровня вкладами трех модуляторов в общую мощность спектра variability ритма сердца – эгалитарный тип модуляции. Другую половину выборки составляли люди с доминированием одного из трех модуляторов сердечного ритма. Доминирование одного из трех модуляторов встречалось примерно в 16–17 % наблюдений.

Параметры корреляционной ритмограммы и вариационной пульсометрии у представителей группы с эгалитарной модуляцией достоверно отличались от таковых у представителей групп с доминированием либо дыхательного либо сосудистого типа модуляции и не все параметры обнаруживали достоверные различия с группой с метаболической модуляцией. Не все параметры корреляционной ритмограммы у представителей группы с метаболическим типом модуляции обнаружива-

ли достоверные различия с уровнем параметров у представителей группы с сосудистым типом модуляции. Можно заключить, что средний уровень большинства параметров корреляционной ритмограммы и части параметров вариационной пульсометрии у представителей группы с метаболическим типом модуляции оказывается схожим с таковым у представителей группы с эгалитарным либо сосудистым типом модуляции. Эта особенность уровней параметров корреляционной ритмограммы и вариационной пульсометрии в некоторой степени снижает диагностическую способность их сравнения и обуславливает необходимость учета целого комплекса параметров variability сердечного ритма.

Литература

1. Еремеев, С.И. Нормативные величины показателей спектрального анализа variability ритма сердца в популяции здоровых женщин и мужчин в Северном Приобье / С.И. Еремеев, О.В. Еремеева, В.С. Кормилец // Вестник ЮУрГУ. Серия «Образование, здравоохранение, физическая культура». – 2011. – Вып. 28. – № 26 (243). – С. 104–107.

2. Кэмпбелл, Д. Модели экспериментов в социально-психологических и прикладных исследованиях: пер. с англ. / Д. Кэмпбелл. – СПб.: Соц.-психол. центр. – 1996. – 390 с.

3. Флейшман, А.Н. Вариабельность ритма сердца и медленные колебания гемодинамики. Нелинейные феномены в клинической практике / А.Н. Флейшман. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. – 194 с.

4. Bravi, A. Review and classification of variability analysis techniques with clinical applications / A. Bravi, A. Longtin, A.J. Seely. – *Biomedical Engineering Online*. – 2011. – Vol. 10. – P. 90.

5. Clinical impact of evaluation of cardiovascular control by novel methods of heart rate dynamics / H.V. Huikuri, J.S. Perkiömäki, R. Maestri, G.D. Pina // *Philos. Transact. a Math. Phys. Eng. Sci.* – 2009. – Vol. 367. – P. 1223–1238.

6. Foteinou, P.T. Multiscale model for the assessment of autonomic dysfunction in human endotoxemia / P.T. Foteinou, S.E. Calvano, S.F. Lowry,

I.P. Androulakis // *Physiol. Genomics*. – 2010. – Vol. 42, № 1. – P. 5–19.

7. Heart rate variability as a triage tool in patients with trauma during prehospital helicopter transport / D.R. King, M.P. Ogilvie, B.M. Pereira et al. // *J. Trauma*. – 2009. – Vol. 67, № 3. – P. 436–440.

8. 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 // *Circulation*. – 1996. – Vol. 93, № 5. – P. 1043–1065.

9. Huikuri, H.V. Measurement of heart rate variability by methods based on nonlinear dynamics / H.V. Huikuri, T.H. Mäkikallio, J. Perkiömäki. – *J. Electrocardiol.* – 2003. – Vol. 36, Suppl. – P. 95–99.

10. The prognostic value of non-linear analysis of heart rate variability in patients with congestive heart failure—a pilot study of multiscale entropy / Y.L. Ho, C. Lin, Y.H. Lin, M.T. Lo. – *PLoS One*. – 2011. – Vol. 6, № 4. – P. 18699.

Еремеев С.И., кандидат медицинских наук, доцент кафедры анатомии и физиологии человека, Югорский государственный университет (г. Ханты-Мансийск), sergerem@list.ru

Еремеева О.В., преподаватель кафедры физического воспитания, Югорский государственный университет (г. Ханты-Мансийск), o_ermeeva@list.ru

Кормилец В.С., преподаватель кафедры анатомии и физиологии человека, Югорский государственный университет (г. Ханты-Мансийск), korver@inbox.ru

Кормилец А.Ю., младший научный сотрудник лаборатории функционального состояния, Югорский государственный университет (г. Ханты-Мансийск), korver@inbox.ru

FEATURES OF INDICATORS THE CORRELATION RHYTHMOGRAM AND THE VARIATION PULSE MONITOR IN PEOPLE AT THE AGE OF 18–27 YEARS WITH DIFFERENT TYPES OF MODULATION OF HEART RATE

S.I. Eremeev, O.V. Eremeeva, V.S. Kormilets, A.Yu. Kormilets
Ugra State University, the city of Khanty-Mansiysk

Studied group features parameters of the correlation rhythmogram and the variation pulse monitor in people with egalitarian, metabolic, cardiovascular, respiratory modulation of heart rate in the population of healthy men and women at the age of 18–27 years. Assessment of heart rate variability was carried out under the Protocol short entries with duration of 5 minutes.

Keywords: physiology of vegetative nervous system, a heart rate variability, nonlinear analysis, time analysis.

Eremeev S.I., Candidate of Medical Sciences (PhD), Associate Professor of Human Anatomy and Physiology, Ugra State University (the city Khanty-Mansiysk), sergerem@list.ru

Eremeeva O.V., Lecturer of the Department of Physical Education, Ugra State University (the city Khanty-Mansiysk), o_ermeeva@list.ru

Kormilets V.S., Lecturer of the Department of Human Anatomy and Physiology, Ugra State University (the city Khanty-Mansiysk), korver@inbox.ru

Kormilets A.Yu., Junior scientific researcher of laboratory of Functional State, Ugra State University (the city Khanty-Mansiysk), korver@inbox.ru

Поступила в редакцию 21 января 2013 г.