

ОСОБЕННОСТИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА ВАРИАбельНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ЛЮДЕЙ В ВОЗРАСТЕ 18–27 ЛЕТ С РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ ЕГО МОДУЛЯЦИИ

*С.И. Еремеев, В.С. Кормилец, О.В. Еремеева, П.Б. Татаринцев
Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск*

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

Ключевые слова: физиология вегетативной нервной системы, вариабельность ритма сердца, спектральный анализ.

Введение. 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 [7]. Теоретическое обобщение накопленных фактов привело к формированию представления о более сложном, комплексном характере автономной регуляции вегетативных функций [10]. В это же время была сформулирована концепция трехфакторной модуляции ритма сердца [2], и были предложены типологии модуляции сердечного ритма, учитывающие влияние компонента вариабельности очень низкой частоты как в фазовом пространстве [6], так и пространстве параметров, где параметры анализируются в ранговой шкале [1, 8]. На основе идей трехфакторной концепции модуляции и шкалы интервалов параметров вариабельности сердечного ритма была разработана типология модуляции сердечного ритма и обоснованы ее диагностические критерии [3, 4]. Однако остаются недостаточно изученными взаимосвязи предложенных типов модуляции с первичными и вторичными параметрами вариабельности ритма сердца.

Цель исследования: изучить групповые особенности параметров спектрального анализа ритма сердца у людей с эгалитарной, метаболической, сосудистой, дыхательной модуляцией сердечного ритма в популяции здоровых женщин и мужчин в возрасте 18–27 лет.

Задачи исследования: 1) установить существование достоверных различий параметров спектрального анализа вариабельности ритма сердца (ВРС); 2) оценить характер взаимосвязи между тремя модуляторами сердечного ритма в популяции людей с эгалитарным, метаболическим, сосудистым, дыхательным типом модуляции сердечного ритма.

Методика. Одноцентровое трансверсальное исследование выполнено по доэкспериментальному плану [5] на 1611 добровольцах. Методика подготовки участников к проведению исследования, критерии включения в выборку и исключения из нее была идентична ранее опубликованной [3]. Оценка вариабельности ритма сердца проводилась по протоколу коротких записей длительностью 5 минут [9] при помощи электрокардиографа «Полиспектр-8 EX» и программного пакета «Полиспектр Ритм» (ООО «Нейрософт», Россия).

Из общей выборки, согласно предложенным ранее критериям, были выделены группы с эгалитарным, метаболическим, сосудистым и дыхательным типом модуляции сердечного ритма [3].

В показателях частотного домена вариабельности сердечного ритма у участников выделенных групп были определены описательные статистики общей мощности спектра (TP), мощности трех компонентов спектра в диапазоне очень низких частот (VLF), низких частот (LF), высоких частот (HF); нормализованные величины мощности спектра в диапазоне низких и высоких частот (LF nu, HF nu); отношение мощностей спектра ритма сердца в области низких и высоких частот (LF/HF) и доли мощности трех компонентов спектра в диапазоне очень низких, низких и высоких частот в общей мощности спектра (VLF %, LF %, HF %).

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 участников распределились следующим образом: в состав группы с эгалитарным типом модуляции были отнесены 399, с метаболическим типом модуляции – 403, с сосудистым – 412, с дыхательным – 397 наблюдений.

Достоверные различия антропометрических параметров между группами обнаружены не были.

Средний возраст участников группы с эгалитарной модуляцией сердечного ритма составил $20,2 \pm 1,5$, с метаболической модуляцией – $20,5 \pm 1,7$, с сосудистой модуляцией – $19,9 \pm 1,2$, с дыхательной модуляцией – $20,2 \pm 1,4$ года. Средние величины роста лежали в диапазоне 168,1–169,3 см при среднеквадратических отклонениях в диапазоне 8,0–9,1 см. Средние величины массы тела участников групп – в диапазоне 61,5–63,8 кг при среднеквадратических отклонениях в диапазоне 11,4–13,8 кг.

Данные о частоте сердечных сокращений и о параметрах частотного домена вариабельности сердечного ритма в группах представлены 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.

Практический интерес может представлять ответ на вопрос, являются ли группы людей с эгалитарной модуляцией и с доминированием метаболической модуляции, особыми группами со своеобразными уровнями параметров спектрального анализа вариабельности сердечного ритма, и, в связи с этим, целесообразно ли выделение дополнительных классификационных групп?

Представленный в таблице материал показывает, что ЧСС в группах с эгалитарной и метабо-

лической модуляцией достоверно отличалась от ЧСС в группах и с сосудистой, и с дыхательной модуляцией. Достоверные различия ЧСС между группами с эгалитарной и метаболической модуляцией выявлены не были.

Общая мощность спектра вариабельности ритма сердца (TP) достоверно отличалась только у представителей группы с дыхательным типом модуляции сердечного ритма, за счет спектральной мощности в диапазоне высокой частоты она была больше, чем у представителей групп с эгалитарной, метаболической и сосудистой модуляцией.

Мощность спектра вариабельности ритма сердца в диапазоне очень низкой частоты (VLF) достоверно отличалась между группой с метаболическим типом модуляции и группами со всеми типами модуляции, а также между группой с сосудистым типом модуляции и группами с тремя другими типами. У представителей групп с эгалитарным и с дыхательным типом достоверные различия параметра VLF обнаружены не были, но обе указанные группы достоверно отличались от групп с метаболическим и с сосудистым типом модуляции.

Нам хочется обратить внимание на тот факт, что в группе с метаболической модуляцией значение параметра VLF было наибольшим, в группах с эгалитарным и с дыхательным типом модуляции его значения занимали промежуточное положение, в группе с сосудистой модуляцией его значение было наименьшим. То есть, взаимоотношение это-

Параметры частотного домена вариабельности сердечного ритма 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 $p < 0,05$
ЧСС	78,4	13,0	80,9	13,4	86,0	12,7	73,1	13,0	1–3 1–4 2–3 2–4
TP	3990,8	3225,7	3862,2	4049,0	3383,7	3439,0	5548,7	4641,4	1–4 2–4 3–4
VLF	1313,5	1109,5	2088,5	2192,8	724,4	734,6	1049,2	1043,2	1–2 1–3 2–3 2–4 3–4
LF	1453,1	1139,1	1025,4	940,7	1957,0	2194,4	1422,9	1289,1	1–2 1–3 2–3 2–4 3–4
HF	1224,2	1141,5	748,2	1163,2	702,3	822,0	3076,6	3021,7	1–2 1–3 1–4 3–4
LFnu	55,7	9,6	62,0	14,9	74,8	8,7	33,8	10,6	1–2 1–3 1–4 2–3 2–4 3–4
HFnu	44,3	9,6	38,0	14,9	25,2	8,7	66,2	10,6	1–2 1–3 1–4 2–3 2–4 3–4
LF/HF	1,38	0,62	2,21	1,85	3,68	2,34	0,55	0,25	1–2 1–3 1–4 2–3 2–4 3–4
VLF %	33,1	6,4	53,6	8,4	23,3	8,8	19,8	9,2	1–2 1–3 1–4 2–3 2–4 3–4
LF %	37,2	6,7	28,6	8,4	57,1	7,7	27,2	9,7	1–2 1–3 1–4 2–3 3–4
HF %	29,7	7,0	17,7	7,9	19,6	7,9	52,9	10,4	1–2 1–3 1–4 2–4 3–4

го параметра в группах с метаболическим и с сосудистым типом модуляции имело реципрокный характер.

Мощность спектра variability ритма сердца в диапазоне низкой частоты (LF) в группах с различным типом модуляции зеркально-симметрично различалась со спектральной мощностью VLF. То есть наибольшее значение LF было отмечено в группе с сосудистым, а наименьшее значение – в группе с метаболическим типом модуляции. У представителей групп с эгалитарным и с дыхательным типом достоверные различия параметра LF обнаружены не были, его значения также занимали промежуточное положение, и обе указанные группы достоверно отличались величиной параметра LF от групп с метаболическим и с сосудистым типом модуляции. Таким образом, взаимоотношение и этого параметра в группах с метаболическим и с сосудистым типом модуляции имело реципрокный характер.

Эти сведения особенно интересны, если сопоставить их с данными о структурно-функциональной гетерогенности периферической адренергической системы и с данными о существовании определенной специфики реакции человека на различные стрессоры [10], зависимости спектральной мощности variability ритма сердца от адренергической регуляции процессов тканевого метаболизма [11]. На наш взгляд, отмеченный факт является еще одним свидетельством в пользу выдвинутой и обоснованной нейроэндокринно-метаболической модели интерпретации variability ритма сердца и фрактальной повторяемости симпатовагальных отношений в более низком диапазоне частот (гормонально-метаболическое сопровождение в диапазоне VLF) [7].

Характер различий мощности спектра variability ритма сердца в диапазоне высокой частоты (HF) между группами с различным типом модуляции был иным, чем у описанных выше показателей. Наибольший уровень признака был в группе с дыхательным типом модуляции, которая по параметру HF достоверно отличалась от группы с эгалитарным типом модуляции, имевшей промежуточный уровень признака, и от групп с метаболическим и с сосудистым типом модуляции, где мощность спектра в диапазоне HF была минимальной. От всех иных групп по этому признаку отличалась и группа с эгалитарным типом модуляции. Достоверные различия мощности спектра в диапазоне HF между группой с метаболическим и группой с сосудистым типом модуляции обнаружены не были.

Нормализованные параметры спектральной мощности LFnu и HFnu, как и отношение мощности спектров LF/HF, обнаружили достоверные различия между всеми 4 выделенными группами. Максимальные значения параметров LFnu и LF/HF были найдены в группе с сосудистым типом модуляции, затем в порядке убывания в группе с мета-

болическим, затем с эгалитарным типом модуляции. Наименьший уровень был присущ представителям группы с дыхательным типом модуляции. Для параметра HFnu последовательность убывания уровней была прямо противоположной. Максимальный уровень – в группе с дыхательным, затем с эгалитарным, потом с метаболическим типом модуляции, а минимальные значения были характерны для группы с сосудистым типом модуляции. Таким образом, между нормализованными параметрами спектральной мощности LFnu и HFnu в группах сравнения также было отмечено наличие реципрокного взаимоотношения.

Параметры относительной мощности спектра variability ритма сердца всех трех диапазонов (VLF %, LF %, HF %) достоверно различались у представителей групп с эгалитарным, метаболическим, сосудистым и дыхательным типами модуляции. Их значения также подтвердили существование реципрокных взаимоотношений между тремя модуляторами ритма сердца (метаболическим, сосудистым и дыхательным), поскольку доминирование одного из модуляторов сочеталось с супрессией двух других модуляторов.

Если наибольший уровень относительной мощности спектра наблюдался в диапазоне VLF, то наименьший уровень был в диапазоне HF, а уровень мощности в диапазоне LF тоже был низким, хотя и достоверно превышал мощность в диапазоне HF. Если наибольший уровень относительной мощности спектра наблюдался в диапазоне LF, то наименьший уровень был отмечен в диапазоне HF, а уровень мощности в диапазоне VLF, хотя и достоверно отличался от него, но был вторым по возрастанию. Эти взаимоотношения в некоторой степени отличались в группе с дыхательным типом модуляции ритма, там наибольший уровень относительной мощности спектра наблюдался в диапазоне HF, наименьший уровень был отмечен в диапазоне VLF, а не LF, причем различия этих последних двух параметров были достоверны. Группа с эгалитарным типом модуляции отличалась от прочих тем, что у ее представителей уровень относительной мощности спектра (VLF, LF, HF) всегда был вторым в порядке убывания величины признака. В полученной нами выборке доли модуляторов в общей мощности спектра variability сердечного ритма составляли от 30 до 37 %.

Заключение. В результате исследования было установлено наличие достоверных различий параметров спектрального анализа variability ритма сердца у людей с различным типом ее модуляции.

В изученной выборке половину составляли люди примерно с равными, среднего уровня вкладами трех модуляторов в общую мощность спектра variability ритма сердца – эгалитарный тип модуляции. Параметры спектрального анализа variability ритма сердца у представителей

группы с эгалитарной модуляцией достоверно отличались от таковых у представителей групп с доминированием одного из модуляторов.

Другую половину выборки составляли люди с доминированием одного из трех модуляторов сердечного ритма. Доминирование одного из трех модуляторов встречалось примерно в 16–17 % наблюдений. У людей с метаболическим, сосудистым или с дыхательным типом модуляции сердечного ритма между тремя модуляторами сердечного ритма (метаболическим, сосудистым, дыхательным) наблюдались реципрокные отношения, причем повышение мощности спектра в одном диапазоне сопровождалось уменьшением мощности спектра в двух других диапазонах. Доминирование спектральной мощности вариабельности сердечного ритма в диапазоне VLF или LF сочеталось с минимальным уровнем мощности в диапазоне HF. Доминирование спектральной мощности вариабельности сердечного ритма в диапазоне HF сочеталось с минимальным уровнем мощности в диапазоне VLF.

Вероятно, система модуляторов сердечного ритма может рассматриваться как бистабильная система, изменяющая свое состояние в результате проявления реципрокного взаимодействия между ее компонентами.

Литература

1. Вегетативные расстройства: клиника, лечение, диагностика / под ред. А.М. Вейна. – М.: Медицинское информационное агентство, 2000. – 752 с.

2. Данилова, Н.Н. Сердечный ритм и информационная нагрузка / Н.Н. Данилова // Вестник Московского университета. Серия 14 «Психология». – 1995. – № 4. – С. 14–27.

3. Еремеев, С.И. Нормативные величины показателей спектрального анализа вариабельности 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.

4. Еремеев, С.И. Типология модуляции сердечного ритма на основе трехфакторной концепции и нормативные величины показателей спектрального анализа вариабельности ритма сердца в популяции здоровых людей в возрасте 17–27 лет / С.И. Еремеев, О.В. Еремеева, В.С. Кормилец // Медленные колебательные процессы в организме человека. Теоретические и прикладные аспекты нелинейной динамики в физиологии и медицине: сб. науч. тр. VI Всерос. симпозиума и IV Школы-семинара с междунар. участием, 24–27 мая 2011 г., г. Новокузнец, НИИ КППЗ СО РАМН. – Новокузнецк: Изд-во КузГПА, 2011. – С. 113–120.

5. Кэмпбелл, Д. Модели экспериментов в социально-психологических и прикладных исследованиях: пер. с англ. / Д. Кэмпбелл. – СПб.: Социально-психологический центр. – 1996. – 390 с.

6. Флейшман, А.Н. Медленные колебания гемодинамики. Теория, практическое применение в клинической медицине и профилактике / А.Н. Флейшман. – Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 1999. – 264 с.

7. 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.

8. Хаспекова, Н.Б. Диагностическая информативность мониторинга вариабельности ритма сердца / Н.Б. Хаспекова // Вестник аритмологии. – 2003. – № 32. – С. 15–23.

9. 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. – V. 93. – № 5. – P. 1043–1065.

10. The autonomic Nervous System: Summary / World Health Organization. – Geneva, 1998. – 31 p.

11. Zheng, A. Effect of the combination of ginseng, oriental bezoar and glycyrrhiza on autonomic nervous activity as evaluated by power spectral analysis of HRV and cardiac depolarization-repolarization process / A. Zheng, T. Moritani. – J. Nutr. Sci. Vitaminol. (Tokyo), 2008. – Vol. 54, № 2. – P. 148–153.

Поступила в редакцию 2 декабря 2011 г.