

А. А. МАЛЬЦЕВА¹, Е. Д. ПОСЛЕДОВИЧ², С. А. РУТКЕВИЧ¹, А. Г. ЧУМАК¹

ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ РИТМА СЕРДЦА У МОЛОДЫХ ЛЮДЕЙ С ПРИЗНАКАМИ ПОВЫШЕННОЙ ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ И МОТОРНОЙ ВОЗБУДИМОСТИ

¹ Учреждение образования «Белорусский государственный университет», г. Минск, Республика Беларусь

² Государственное научное учреждение «Институт физиологии Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь

Цель работы заключалась в выявлении особенностей вариабельности ритма сердца (ВРС) у молодых людей с признаками повышенной моторной и эмоциональной возбудимости. В исследованиях участвовали молодые люди 18–22 лет (53 девушки и 15 юношей), которые после опроса, выявляющего признаки повышенной эмоциональной и моторной возбудимости, были разделены на 2 группы: «высоко возбудимые» ($n = 32$) и «умеренно возбудимые» ($n = 36$). Регистрация электрокардиограммы (ЭКГ) и анализ показателей ВРС проведен с использованием аппаратно-программного комплекса «НС-Психотест Эксперт» (Нейрософт, Россия).

У студентов из группы «высоко возбудимых» выявлено статистически значимое снижение временных показателей RRmin, RRmax, SDNN, RMSSD, pNN50, а средние значения индекса напряжения (ИН) оказались в 2 раза выше (160 ± 31), по сравнению с группой «умеренно возбудимых» (79 ± 38 ; $p < 0,01$). Повышенным оказался также вегетативный показатель ритма (ВПР) в группе «высоко возбудимых» ($5,5 \pm 1,4$) против группы сравнения ($3,9 \pm 0,9$; $p < 0,05$). Среднее значение мощности HF у «умеренно возбудимых» значительно превышало показатель «высоко возбудимых» (1031 ± 497 мс² и 602 ± 289 мс² соответственно, $p < 0,05$), а отношение мощности LF/HF, было достоверно больше у испытуемых из группы «высоко возбудимых» ($3,2 \pm 1,3$ и $1,9 \pm 0,7$; $p < 0,05$). Анализ временных и спектральных показателей ВРС в нашем исследовании выявил, что у «высоко возбудимых» молодых людей регуляция деятельности сердечно-сосудистой системы характеризуется снижением парасимпатических влияний и относительным преобладанием симпатического контроля, а также влияний высших нервных центров без признаков патологической гиперактивности.

Ключевые слова: моторная и эмоциональная возбудимость, вариабельность ритма сердца, вегетативная регуляция.

Введение. В имеющихся источниках литературы, характеризующих механизмы влияний автономной нервной системы на разнообразные процессы в организме, авторы зачастую продолжают придерживаться концепции У. Кеннона [21] о диффузном и единообразном их характере [2, 17].

Установленные в прежние годы [22, 23] факты о дифференциации в механизмах вегетативного обеспечения деятельности организма не нашли должного осмысления. Отчасти этому объективно способствует широко используемый и доступный метод регистрации вариабельности ритма сердца (ВРС), позволяющий выявить доминирующее звено вегетативного контроля по отношению к сердцу. Вклад вегетативных механизмов в реализацию когнитивных функций и моторных реакций организма, особенно у практически здоровых людей, недооценен.

Несмотря на существенный прогресс в понимании организации лимбической системы, остается нерешенным вопрос о взаимосвязи эмоциональных реакций и их вегетативного сопровождения. Представления школы академика И. А. Булыгина [4] о целостном характере

интероцептивных и соматических процессов организма и обязательном включении вегетативных звеньев в реализацию моторной и условно-рефлекторной деятельности не имеют должного освещения в монографической и обзорной научной литературе.

Одним из примеров состояния организма, при котором необходимо анализировать вклад всех звеньев в регуляцию функций, является повышенная возбудимость, особенно ярко выраженная у детей и подростков и вызывающая проблемы при обучении. Крайним проявлением такой особенности в регуляции функций может быть явление бруксизма. Как указано в обзорных статьях, бруксизм сегодня рассматривают не только как синдром, но скорее, как особую форму поведения, при которой потери зубов и гипермоторика жевательных мышц служат поводом для начала лечения. Появившаяся недавно статья с мета-анализом литературных сведений по теме взаимосвязи бруксизма и вегетативных его проявлений прямо указывает на то, что вопрос все еще недостаточно проработан [26]. Там же описаны сопутствующие процессы, такие как расстройства дыхания во сне, бессонница, головная боль, дисфункция височно-нижнечелюстного сустава или психические дисфункции, такие как повышенная тревожность/риск депрессии [25]. Основные выводы авторов указывают на связь между бруксизмом сна и повышенным симпатическим тонусом, имеющим следствие в виде увеличивая размахов колебаний артериального давления и ВРС. Поскольку бруксизм является крайней формой дисрегуляции, в том числе вегетативного обеспечения деятельности, его изучают в нескольких лабораториях очень успешно. Тем не менее, авторы обзора [26] указывают только несколько статей, в которых проведен более-менее полный анализ вариабельности в регуляции сердечного ритма у «бруксистов» [28]. Публикаций с анализом вегетативной регуляции ВРС у здоровых молодых людей, у которых имеются только признаки эмоциональной и моторной возбудимости, практически нет.

Уточнение характера вегетативной регуляции у молодых людей, обучающихся в ВУЗе, может способствовать лучшему пониманию их возможностей в освоении учебного материала и разработать индивидуальные методологические подходы, учитывающие возможности физиологической коррекции современного образовательного процесса.

Целью данной работы было выявление особенностей ВРС и вегетативной регуляции деятельности сердечно-сосудистой системы у молодых людей с признаками повышенной моторной и эмоциональной возбудимости.

Материалы и методы исследования. В исследованиях участвовали студенты биологического факультета Белорусского государственного университета в возрасте 18–22 лет (68 человек: 53 девушки и 15 юношей), которые были информированы о целях и характере исследования, и добровольно согласились в нем участвовать. Обследование было выполнено только у испытуемых, не имевших с их слов заболеваний сердечно-сосудистой, дыхательной, эндокринной систем или других хронических заболеваний. К регистрации ВРС допускали молодых людей, у которых ночной сон составил не менее 7 часов, через 2–3 часа после приема пищи, не употреблявших содержащие кофеин напитки за 2 часа до исследования, не курящих, не употреблявших алкогольные напитки накануне исследования. Для формирования групп был использован опросник, составленный для выявления признаков повышенной эмоциональной и моторной возбудимости, гиперактивности и дефицита внимания. В опросник были включены вопросы, заимствованные из публикаций [8, 11, 14, 20]. Анализ количества положительных ответов на 35 вопросов анкеты, выявляющей признаки повышенной эмоциональной и моторной возбудимости, позволил определить 2 популяции среди опрошенных студентов: группа с признаками повышенной моторной и эмоциональной возбудимости (группа «высоко возбудимых» молодых людей, $n = 32$), в которой испытуемые выбирали 8 или более положительных ответов на вопросы анкеты, группа без признаков повышенной эмоциональной и моторной возбудимости (группа «умеренно возбудимых» молодых людей», $n = 36$) – выбрали менее 8 положительных ответов на вопросы анкеты. Кроме того, один из вопросов предлагаемой анкеты был о наличии бруксизма ночью (со слов родственников) и склонности «сжимать зубы» в дневное время. В

группе «высоко возбудимых» молодых людей 11 из 32 участников выбирали положительный ответ на этот вопрос.

Регистрация ЭКГ в стандартных отведениях и анализ показателей ВРС проведен с использованием аппаратно-программного комплекса «НС-Психотест Эксперт» (Нейрософт, Россия) в соответствии с рекомендациями по проведению кардиоинтервалографии, имеющимися в отечественной и зарубежной литературе [5, 9, 24, 28]. Исследование выполняли в тихом помещении, в условиях температурного комфорта (20–25 °С), в первой половине дня после 10 минутного отдыха в положении лёжа. Длительность регистрации составляла 5 минут.

Анализировали следующие временные показатели ВРС: RRNN (мс, среднее арифметическое продолжительности NN-интервалов в эпохе анализа, величина, обратная ЧСС) и ЧСС (сistol в минуту), SDNN (стандартное отклонение величин NN-интервалов, квадратный корень из разброса NN), RRmax (мс, максимальное значение интервала R-R), RRmin (мс, минимальное значение интервала R-R), RMSSD (мс, квадратный корень из среднего значения квадратов разностей величин последовательных пар интервалов NN), pNN50 (%), процент интервалов смежных NN, отличающихся более, чем на 50 мс), ИН (индекс напряжения или стресс-индекс), ВПР (вегетативный показатель ритма) [3, 5, 15]. Указанные индексы, рассчитываемые в программе автоматически и описанные в статьях [3, 15], отражают степень преобладания активности высших центральных механизмов регуляции над влияниями автономной нервной системы (ИН) и баланс влияний симпатического и парасимпатического отделов на сердечный ритм (ВПР). «NN» – «нормальные» RR интервалы, принятые к анализу после исключения артефактов, «RR» – обозначение кардиоинтервалов только для двух последовательных циклов, использующееся при расчете некоторых параметров. Среди показателей спектрального (частотного) анализа оценивали: общую мощность спектра ($TP = HF + LF + VLF$, $мс^2$), мощность высокочастотного (HF, $мс^2$ и %), низкочастотного (LF, $мс^2$ и %), очень низкочастотного (VLF, $мс^2$ и %) компонентов спектра и отношение LF/HF.

Для анализа полученных данных использовали стандартные методы вариационной статистики, включающие вычисление средних арифметических и стандартных отклонений с использованием прикладных программ Excel 2016 и программного обеспечения для статистической обработки данных STATISTICA 8.0. Оценка достоверности различий средних значений осуществляли с использованием однофакторного и двухфакторного дисперсионного анализа. Различия при уровне значимости $p < 0,05$ расценивали как статистически значимые.

Результаты и их обсуждение. В настоящем исследовании с целью установления профиля вегетативной регуляции функций сердца у молодых людей с признаками эмоциональной и моторной возбудимости был проведен анализ показателей ВРС пятиминутных фрагментов ЭКГ. Обнаружено, что частота сердечных сокращений (ЧСС) у испытуемых в покое статистически значимо не различалась и соответствовала табличным значениям. Однако, среднее значение ЧСС покоя было выше у лиц, отнесенных по опросу и регистрации моторных показателей [12, 13] к группе с повышенной эмоциональной и моторной возбудимостью (86 ± 9 систол/мин), по сравнению с данными группы с умеренной возбудимостью (78 ± 8 систол/мин). Показатели RRNN и TP также статистически значимо не различались (таблица 1). Суммарный разброс кардиоинтервалов SDNN у студентов группы «высоко возбудимых» был значительно ниже ($p < 0,01$), чем в группе «умеренно возбудимых». В соответствии с критериями, приведенными в литературе, этот показатель в норме не выходит за рамки значений от 40 до 80 мс [24]. Его увеличение указывает на преобладание парасимпатических влияний, в то время как снижение отражает усиление симпатического контроля [3].

У студентов с повышенной моторной возбудимостью статистически значимо отличались от представителей группы «умеренно возбудимых» и другие временные

показатели, характеризующие влияние автономной нервной системы – минимальные (RRmin) и максимальные (RRmax) кардиоинтервалы, RMSSD, а также доля NN интервалов, отличающихся от предыдущего на 50 мс (pNN50) или более (таблица 1). Выявленные особенности формирования электрической активности сердца отражают относительное увеличение симпатических и снижение парасимпатических влияний в регуляции сердечного ритма в условиях спокойного бодрствования у молодых людей из группы «высоко возбудимых» (таблица 1).

Таблица 1. Средние значения временных показателей ВРС у студентов с повышенной и умеренной возбудимостью (в таблице представлено среднее арифметическое значение $\pm$ среднее отклонение)

Показатели ВРС Группы	RRNN, мс	RR min, мс	RR max, мс	SDNN, мс	pNN50, %	RMSSD, мс	TP, мс ²
Группа молодых людей «высоко возбудимых» (n = 32)	782 $\pm$ 93	562 $\pm$ 75*	849 $\pm$ 117*	47 $\pm$ 12*	11 $\pm$ 7*	23 $\pm$ 5*	3474 $\pm$ 1630
Группа молодых людей «умеренно возбудимых» (n = 36)	691 $\pm$ 67	619 $\pm$ 47	1005 $\pm$ 86	76 $\pm$ 13	19 $\pm$ 10	40 $\pm$ 17	3947 $\pm$ 1205

Примечание: *- статистически значимое отличие показателя при $p \leq 0,05$

Все показатели, рассчитанные компьютерным электрокардиографом, оказались соответствующими табличным значениям физиологической нормы.

По данным литературы [9] слишком низкие значения pNN50 (меньше 0,11 %) могут свидетельствовать о симпатической гиперактивности. Более низкие значения SDNN, pNN50 и RMSSD в группе «высоко возбудимых» молодых людей (таблица 1) могут отражать снижение вагусных влияний и адаптационных резервов организма, по сравнению с группой «умеренно возбудимых» студентов.

ИН, в зарубежных публикациях обозначаемый как стресс-индекс, статистически значимо различался у испытуемых в двух группах (рисунок 1). В группе студентов с признаками повышенной моторной и эмоциональной возбудимости средние значения ИН оказались выше в 2 раза, по сравнению с группой «умеренно возбудимых» испытуемых (160 $\pm$ 31 и 79 $\pm$ 38 соответственно; $p < 0,01$). Вегетативный показатель ритма также был значительно выше в группе «высоко возбудимых» (5,5 $\pm$ 1,4 против 3,9 $\pm$ 0,9; $p < 0,05$). Приведенные данные указывают на повышенный «уровень стресса» и доминирование симпатических влияний, а также на преобладание высших центральных механизмов в регуляции деятельности сердечно-сосудистой системы у студентов из группы с признаками повышенной эмоциональной и моторной возбудимости.

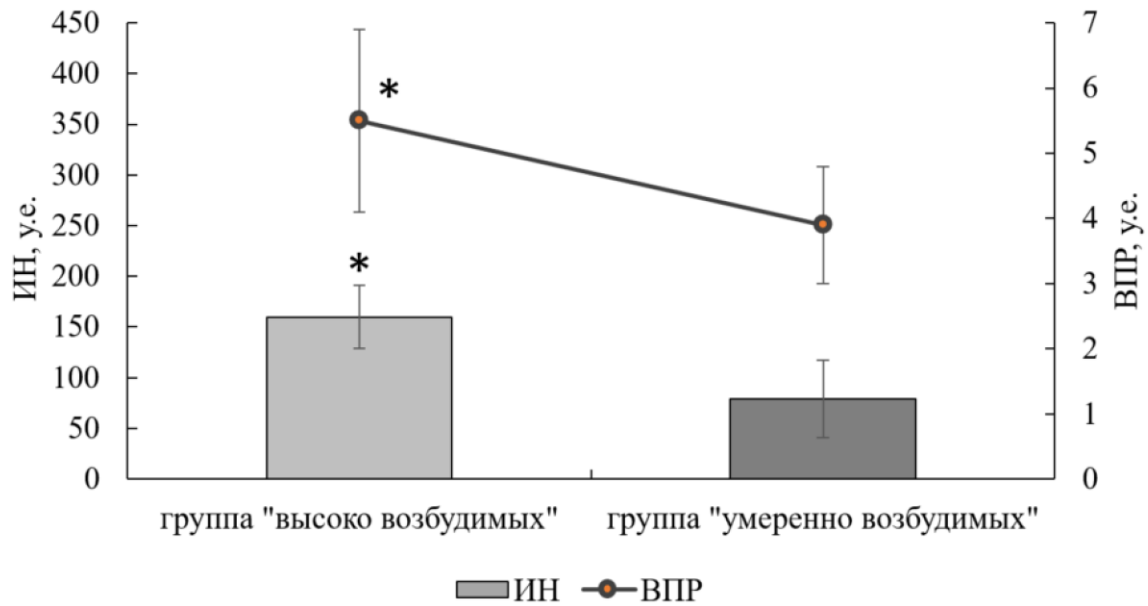


Рисунок 1. Средние значения показателей индекса напряжения (ИН) и вегетативного показателя ритма (ВПР) у испытуемых с признаками повышенной моторной и эмоциональной возбудимости («высоко возбудимых») и в группе без признаков повышенной возбудимости («умеренно возбудимых»). * – статистически значимое отличие показателя при $p \leq 0,05$

Диапазон физиологической нормы рассмотренных выше параметров ВРС, по данным большинства публикаций, допускает флуктуации в пределах следующих значений: для SDNN (13,31–41,4 мс); для RMSSD (5,78–42,3 мс); для pNN 50 % (0,1–28,1 %), ИН (30–90 у.е.). Как приводят авторы публикаций клинических исследований [3, 9], на крайнее проявление симпатической гиперактивности указывают снижение показателей SDNN < 13 мс; RMSSD < 5,78 мс; TP < 200 мс²; pNN50 % < 0,1 %; и увеличение ИН > 90 у.е. Полагают, что для констатации преобладания симпатической или парасимпатической активности необходимо зафиксировать отклонения от границ нормы 3-х из 5-и значений указанных параметров ВРС [9]. В нашем исследовании выявлено статистически значимое отличие 4-х из 5 приведенных показателей между группами (SDNN, pNN50, RMSSD и ИН), что в целом указывает на относительное умаление вагусных влияний и превалирование симпатической регуляции сердечного ритма в группе «высоко возбудимых» студентов, по сравнению с группой «умеренно возбудимых», чьи показатели ВРС отражают эутонический баланс вегетативной регуляции.

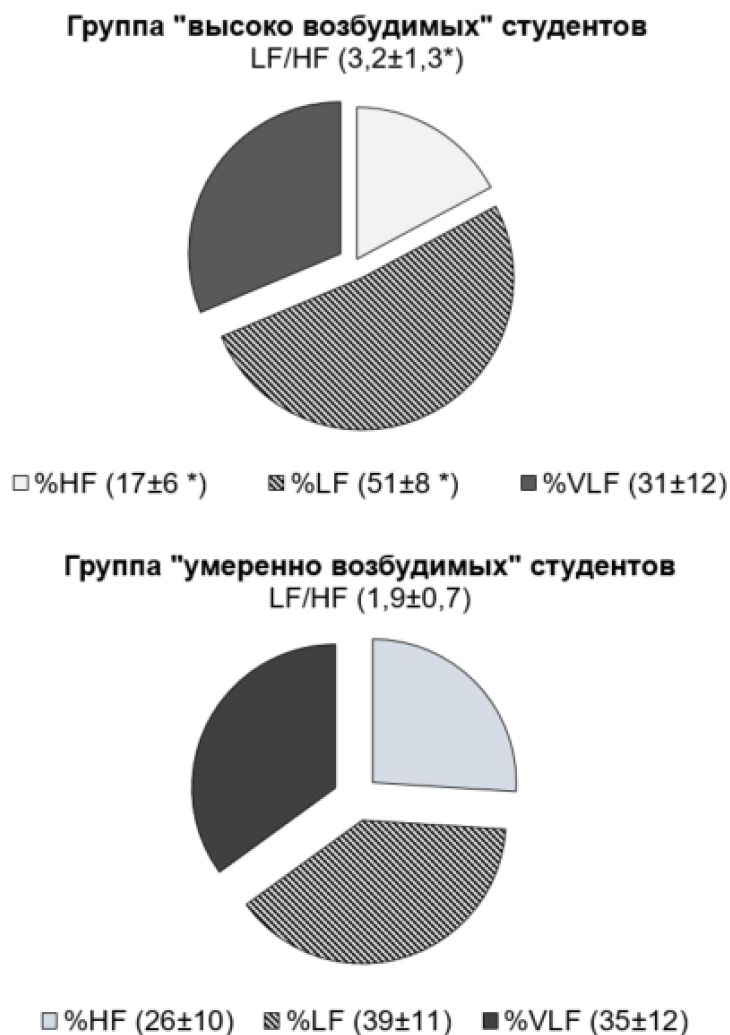


Рисунок 2. Средние значения показателей спектрального анализа, выраженные в % и отношение мощности LF к мощности HF в двух группах испытуемых. * – статистически значимое отличие показателя при $p \leq 0,05$

Анализ спектральных показателей кардиоинтервалограммы также подтверждает сделанное выше заключение. Установлено, что в группе молодых людей без признаков повышенной моторной и эмоциональной возбудимости средние значения показателя HF ($1031 \pm 497 \text{ мс}^2$) статистически значимо выше, чем в группе «высоко возбудимых» ($602 \pm 289 \text{ мс}^2$, $p < 0,05$). Этот же показатель спектрального анализа, выраженный в процентах, также статистически значимо различался у испытуемых в двух группах, что свидетельствует о снижении вклада парасимпатической нервной системы в регуляцию деятельности сердечно-сосудистой системы у испытуемых, отнесенных к группе «высоко возбудимых».

Статистически значимого различия для показателей LF ($1782 \pm 977 \text{ мс}^2$ и $1551 \pm 522 \text{ мс}^2$) и VLF ($1095 \pm 656 \text{ мс}^2$ и $1372 \pm 429 \text{ мс}^2$), не выявлено. Вместе с тем, показатель LF, выраженный в %, был статистически значимо больше у испытуемых из группы «высоко возбудимых» (рисунок 2). Приведенные результаты анализа спектральных показателей указывают на относительное снижение регуляторных влияний парасимпатического звена в группе испытуемых с признаками повышенной моторной и эмоциональной возбудимости. В качестве иллюстрации различий ВРС у испытуемых из двух групп исследования на рисунке 3 приведены примеры анализа кардиоинтервалограмм у двух студентов: из группы «умеренно возбудимых» и «высоко возбудимых».

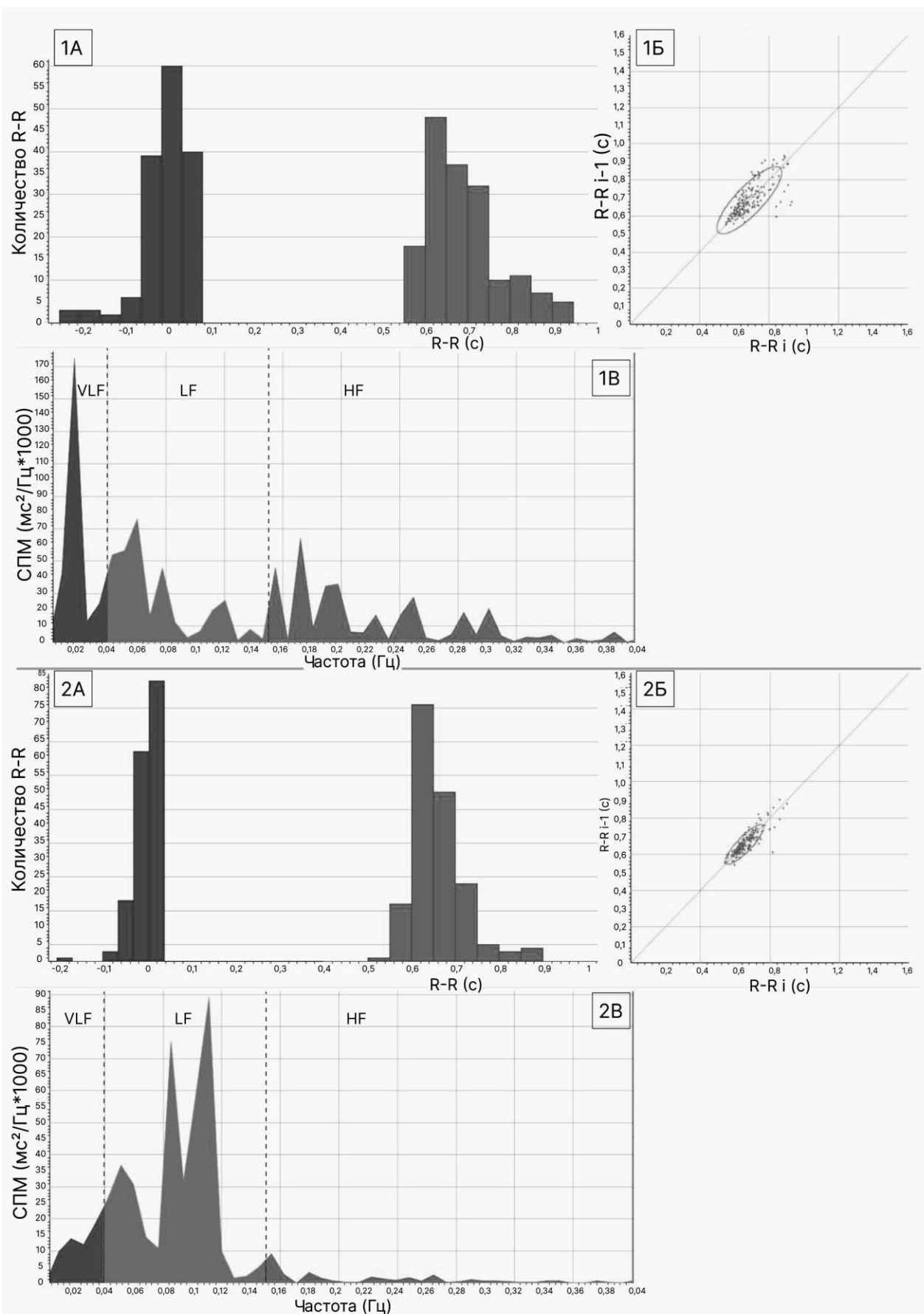


Рисунок 3. Примеры анализа ВРС у испытуемого из группы «умеренно возбудимых» (1А, 1Б, 1В) и испытуемого из группы «высоко возбудимых» (2А, 2Б, 2В). 1А и 2А – гистограмма, 1Б и 2Б – скатерограмма, 1В и 2В – спектрограмма

Рисунок 3 отражает характер различия вегетативной регуляции у испытуемых из двух групп исследования, который выражается в уменьшении разброса длительности сердечных циклов, увеличении симпатического контроля и снижении вагусных влияний в группе «высоко возбудимых» студентов (2 А, Б, В).

В пользу этого заключения свидетельствует также отношение мощности низкочастотного компонента в высокочастотному (рисунок 2). LF/HF был значительно выше в группе «высоко возбудимых». Кроме того, по мнению Шлык Н. И. [24], если значения $ИН > 100$ у.е., $VLF > 240$ мс², то это свидетельствует об умеренном преобладании центральной регуляции, что выявлено в нашем исследовании для группы молодых людей с признаками повышенной эмоциональной и моторной возбудимости. Существует мнение, что гиперфункция симпатического отдела может быть обусловлена гиповаготонией [5], замедленным созревaniem блуждающего нерва, а также внешними факторами, такими как стресс, психоэмоциональные и физические перегрузки, не исключается также наследственный фактор [10, 24].

Согласно исследованиям В. В. Парина и Р. М. Баевского [16], умеренное преобладание автономной регуляции характеризуется относительно большей пластичностью регуляторных эффектов автономной нервной системы и облегчает адаптацию к условиям среды. Если низшие уровни (сегментарные и стволовые) не вполне справляются со своими задачами, необходима центральная координация функционирования всех систем для сбалансированной деятельности организма в его взаимодействии с внешней средой. Многолетние исследования ВРС разными авторами подтверждают, что адаптация к стрессорным факторам тем успешнее, чем ниже уровень регуляции деятельности внутренних органов и, в частности, сердечно-сосудистой системы [15].

Одной из основных задач представленной работы явилось получение дополнительных объективных физиологических критериев для выявления у испытуемых признаков повышенной возбудимости. В литературе отсутствует единый подход, позволяющий уверенно классифицировать особенности организма испытуемых как маркеры повышенной возбудимости. В результате проведенных прежде исследований было установлено, что для отнесения испытуемых к группе с признаками повышенной возбудимости оказалось недостаточной оценка их ответов на вопросы анкеты. Потребовалось дополнительно выявить физиологические объективные особенности, указывающие на их высокую возбудимость. Другие студенты были отнесены к нормально возбудимым лицам.

Было установлено, что одним из существенных отличий тех студентов, которых по данным опроса относили к группе с излишней возбудимостью, может быть феномен избыточной совместной активации, или коактивации мотонейронов, регулирующих сократимость групп скелетных мышц в разных рефлекторных дугах. У этих лиц было выявлено, что в процессе произвольного напряжения мышц, обеспечивающих вдох, равно как и мышц предплечья происходила одновременная непроизвольная сопутствующая активация определенного подмножества двигательных единиц жевательной мышцы. Об этом свидетельствовало зарегистрированное возникновение в электромиограмме суммарных потенциалов действия, увеличение их амплитуды и частоты в статистически значимом количестве и их исчезновение после окончания пробы. Отсутствие или значительно меньшее проявление такого эффекта позволяло относить испытуемых к группе «умеренно возбудимых» [13].

Вторым признаком следует считать избыточную иррадиацию возбуждения в областях моторной коры, имеющих эффекторный выход к мышцам мигательного рефлекса. В исследовании, проведенном ранее, было установлено, что у лиц с «анкетными» признаками повышенной эмоциональной и моторной возбудимости амплитуда и длительность поздних компонентов мигательного рефлекса, реализуемого в результате активации ядер ствола головного мозга, была статистически значимо выше, а латентное время ниже, по сравнению с аналогичными показателями молодых людей с умеренной возбудимостью [12]. Эти данные

указывают на то, что у молодых людей с выявленными по результатам опроса признаками эмоциональной и моторной возбудимости и бруксизма, обнаружены электрофизиологические признаки повышения возбудимости и избыточной иррадиации возбуждения моторных нервных центров.

Анализ вегетативных реакций тех же испытуемых, рассмотренных в данном исследовании, позволил к перечисленным признакам добавить еще один. Это симпатическая повышенная возбудимость. Она, как оказалось, проявляется не только у выраженных «бруксистов», что обсуждается в статье [28], но и у студентов, демонстрирующих наряду с этим признаки коактивации в моторных нейронных сетях ствола и спинного мозга [13].

Действительно, с позиции теории функциональных систем П. К. Анохина процессы адаптации к условиям окружающей среды или изменению физиологических констант организма, сопровождаются перестройками функционирования многих нервных центров (отделов автономной нервной системы, стволовых структур, промежуточного мозга и высших центров, контролирующих поведение). При этом предъявление стрессорных воздействий, требующих развития эрготропных эффектов, как правило, сопровождаются повышением активности его симпатического отдела, а прекращению или отсутствию стрессорных факторов сопутствует активация парасимпатического отдела, регулирующего трофотропные эффекты. Авторы некоторых научных публикаций обсуждают вопрос о неодинаковых типах вегетативной регуляции функций не только у детей и подростков, но и у взрослого населения [19]. Согласно этим представлениям, у людей с разным вегетативным профилем эффективность адаптации к стрессу и когнитивным нагрузкам значительно отличается. По данным статьи [10] у детей с центральным типом регуляции снижены функциональные и адаптационные способности организма, присутствуют дисрегуляторные проявления, в то время как выраженное преобладание автономного контура сопровождается значительной вариабельностью сердечного ритма с преобладанием парасимпатических влияний на сердечный ритм, что влечет за собой несовершенство симпатической регуляции и также чревато вегетативными дисфункциями. В литературе существует обоснование генетической детерминированности типов регуляции сердечного ритма и прогнозирование риска развития заболеваний сердечно-сосудистой системы [3, 15]. Как чрезмерная централизация, так и гиперактивация парасимпатических влияний на регуляцию сердечно-сосудистой системы обуславливает снижение адаптации к учебной нагрузке, выражается в низкой успеваемости и ведет к возникновению дисрегуляторных эффектов (вегетососудистых симптомов, нарушения функции желудочно-кишечного тракта, восприимчивости к инфекциям, дерматитов, у девушек нарушений полового цикла) [11].

В последнее время появляется все больше публикаций с результатами психофизиологических исследований, авторы которых рассматривают вопрос о тенденции снижения внимания, памяти, усидчивости, способности сосредотачиваться на задании, контролировать эмоции у студентов ВУЗов, а также о наличии у многих молодых людей вегетативных дисфункций [10, 18]. Некоторые авторы считают, что эти симптомы связаны с синдромом дефицита внимания и гиперактивностью, от которых, по мнению разных источников, страдают от 5 до 8 % молодых людей в возрасте 18–25 лет [7, 19]. Существуют разные объяснения причин развития симптомов синдрома дефицита внимания и гиперактивности. Среди них: нарушение метаболизма нейромедиаторов в центральной нервной системе (дофамина, адреналина, серотонина и норадреналина), которые определяют баланс возбуждения и торможения в префронтальной коре, снижение активности стволовой ретикулярной формации и некоторых других базальных образований, которые активируются норадреналином, замедлением созревания парасимпатических центров, функциональной незрелостью мозга [7]. Согласно нашим исследованиям, у молодых людей с признаками повышенной эмоциональной и моторной лабильности превалирование симпатического и центрального контроля сердечно-сосудистой системы сопровождается иррадиацией

возбуждения как на уровне ствола головного мозга, так и в моторных центрах в процессе выполнения произвольных движений.

Заключение. Таким образом, анализ временных и спектральных показателей ВРС в нашем исследовании показал, что у молодых людей с признаками повышенной моторной и эмоциональной возбудимости регуляция деятельности сердечно-сосудистой системы характеризуется снижением парасимпатических влияний и относительным преобладанием симпатического контроля и влияний высших нервных центров без признаков патологической гиперактивности. Об этом свидетельствует статистически значимое отличие показателей SDNN, pNN50, RMSSD, HF, LF и LF/HF между группами исследования. На основании полученных данных можно заключить, что молодые люди с признаками повышенной эмоциональной и моторной возбудимости входят в группу риска развития вегетососудистых проявлений, связанных с пониженной способностью их организма к преодолению стресса и ограничением адаптационного резерва автономной регуляции сердечного ритма.

Материалы получены в рамках выполнения темы НИР «Анализ функционального состояния мозга с помощью электроэнцефалографии у пациентов с бруксизмом» № госрегистрации 20211944.

Литература:

- [1]. *Алейникова Т.В.* Вариабельность сердечного ритма (обзор литературы) // Проблемы здоровья и экологии. 2012. № 1. С. 17–23.
- [2]. *Балабанова В.А., Киселев Д.А., Лайшева О.А., Губанов В.В.* Оценка эффективности применения метода функциональной регуляции движения с использованием математического анализа электроэнцефалограммы // Саратовский научно-медицинский журнал. 2011. Т. 7. № 1. С. 39–44.
- [3]. *Бокерия Л.А., Бокерия О.Л., Волковская И.В.* Вариабельность сердечного ритма: методы измерения, интерпретация, клиническое использование // Анналы аритмологии. 2009. № 4. С. 21–32.
- [4]. *Булыгин И.А.* Взаимосвязь явлений дивергенции и конвергенции как общий принцип деятельности нервной системы / Минск: Наука и техника. 1981. С. 29–30.
- [5]. *Воронова Н.В., Мейгал А.Ю., Елаева Л.Е., Кузьмина Г.И.* Влияние сезона года и фазы менструального цикла женщины на параметры кардиоинтервалограммы // Экология человека. 2015. № 2. С. 20–26.
- [6]. *Гаврилова Е.А.* Использование вариабельности ритма сердца в оценке успешности спортивной деятельности // Практическая медицина. 2015. Т. 1. № 3. С. 52–57.
- [7]. *Городничева А.В., Пономарев И.А., Сиденкова А.П.* Гиперкинетическое расстройство и синдром дефицита внимания и гиперактивности у взрослых // Уральский медицинский журнал. 2023. Т. 22. № 3. С. 108–117.
- [8]. *Ефимов И.О., Иванов А.С., Никитин И.А.* Разработка и внедрение программы комплексной немедикаментозной реабилитации детей с синдромом дефицита внимания и гиперактивности // Казанский мед. журнал. 2011. № 3. С. 379–382.
- [9]. *Киричков Ю.Ю., Петрова М.В., Муслимов Б.Г., Гриднев О.В.* Возможности мониторинга вариабельности ритма сердца для дозирования дексмететомидина у пациентов нейрореанимационного профиля // Общая реаниматология. 2021. Т. 17. № 1. С. 16–26.
- [10]. *Ковалева А.В., Панова Е.Н., Горбачева А.К.* Анализ вариабельности ритма сердца и возможности его применения в психологии и психофизиологии // Современная зарубежная психология. 2013. № 1. С. 35–50.
- [11]. *Кожевникова И.С., Джос Ю.С.* Когнитивные вызванные потенциалы Р300 у детей с высоким уровнем тревожности // Экология человека. 2011. № 5. С. 49–54.
- [12]. *Мальцева А.А.* Модуляция паттерна мигательного рефлекса у здоровых молодых людей с разной моторной и эмоциональной возбудимостью в условиях дыхательной пробы // Новости медико-биологических наук. 2023. Т. 23. № 3. С. 168–174.
- [13]. *Мальцева А.А., Руткевич С.А.* Электрофизиологические признаки усиления иррадиации возбуждения в моторных центрах головного мозга у здоровых людей // Новости медико-биологических наук. 2022. Т. 22. № 4. С. 5–13.

- [14]. Нестеренко К.С., Шпингис Д.В. Исследование влияния качества сна на когнитивную деятельность студентов // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2020. № 2-1. С. 49–52.
- [15]. Новиков А.А., Смоленский А.В., Михайлова А.В. Подходы к оценке показателей вариабельности сердечного ритма (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. 2023. № 3. Публикация 3-3. – URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2023-3/3-3.pdf> (дата доступа 31.05.2023).
- [16]. Парин В.В., Баевский Р.М. Введение в медицинскую кибернетику / Минск : Медицина, 1966. – 150 с.
- [17]. Плотникова И.В., Афанасьев С.А., Перевозникова Ю.Е. и др. Вклад вегетативной нервной системы в формирование нарушений ритма сердца в детском возрасте (обзор литературы) // Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины. 2023. Т. 38. № 2. С.23– 29.
- [18]. Попова, О.В., Циркин В.И., Нуреев И. Т.И. др. Влияние милдроната на состояние центральной нервной системы у студентов с признаками синдрома дефицита внимания с гиперактивностью // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. 2010. № 6. С. 105– 112.
- [19]. Попова, О.В., Нуреев И.Т., Трухина С.И. и др. Особенности высших психических функций, электрической активности мозга и успешность обучения подростков и студентов с признаками СДВГ // Вятский медицинский вестник. 2009. № 2-4. С.77–81.
- [20]. Попова О.В., Циркин В.И., Нуреев И.Т. и др. Электрическая активность мозга и уровень развития высших психических функций у 13-14-летних школьников с СДВГ // Экология человека. 2010. № 11. С. 13–18.
- [21]. Реутов В.П., Черток В.М. Новые представления о роли вегетативной нервной системы и систем генерации оксида азота в сосудах мозга // Тихоокеанский медицинский журнал. 2016. № 2. С. 10–19.
- [22]. Солтанов В.В., Чумак А.Г. Симпатический нервный контроль двигательной активности тонкой кишки // Физиологический журнал СССР.1990. Т. 76. № 1.С.127–132.
- [23]. Чумак А.Г., Руткевич С.А., Каравай Т.В. Возбуждение и торможение интероцептивных рефлекторных реакций / Минск: БГУ, 2014. – 231 с.
- [24]. Шлык, Н.И., Зуфарова Э.И. Нормативы показателей вариабельности сердечного ритма у исследуемых 16-21 года с разными преобладающими типами вегетативной регуляции // Биология. Науки о земле. 2013. Вып. 4. С. 96–105.
- [25]. Mayer, P., Heinzer R., Lavigne G. Sleep bruxism in respiratory medicine practice // Chest. 2016. Vol. 149. № 1. P. 262–271.
- [26]. Michalek-Zrabkowska M., Martynowicz H., Wieckiewicz M. et al. Cardiovascular Implications of Sleep Bruxism – A Systematic Review with Narrative Summary and Future Perspectives // J. Clin Med. 2021. Vol. 10. N 11. P. 2245.
- [27]. Ali M.K., Chen J.D.Z. Roles of heart rate variability in assessing autonomic nervous system in functional gastrointestinal disorders: a systematic review // Diagnostics (Basel). 2023. Vol. 13. N 2. P. 293.
- [28]. Zhong Z., Xu M., Zou X. et al. Changes in heart rate related to rhythmic masticatory muscle activities and limb movements in patients with sleep bruxism // J. Oral Rehabil. 2020. Vol. 47. N 2. P. 170–179.

A. A. MALTSEVA¹, E. D. POSLEDOVICH², S. A. RUTKEVICH¹, A. G. CHUMAK¹

FEATURES OF AUTONOMIC REGULATION OF HEART RATE VARIABILITY IN YOUNG PEOPLE WITH SYMPTOMS OF INCREASED EMOTIONAL AND MOTOR EXCITABILITY

¹ Educational Establishment “Belarusian State University”, Minsk, Republic of Belarus

² State Scientific Institution “Institute of Physiology of the National Academy of Sciences of Belarus”, Minsk, Republic of Belarus

Summary

The aim of the study was to identify the features of heart rate variability (HRV) in young people with signs of increased motor and emotional excitability. The studies involved young people aged 18–22 years (53 girls and 15 boys), who, after a survey revealing signs of increased emotional and motor excitability, were divided into 2 groups: "highly excitable" (n = 32) and "moderately excitable" (n = 36). Electrocardiogram

(ECG) recording and analysis of WMD indicators were carried out using the hardware and software complex "NS-Psychotest Expert" (Neurosoft, Russia).

Students from the "highly excitable" group showed a statistically significant decrease in the time indicators of RRmin, RRmax, SDNN, RMSSD, pNN50, and the average values of the voltage index (ST) were 2 times higher (160 ± 31) compared to the group of "moderately excitable" (79 ± 38 ; $p < 0,01$). The autonomic rhythm index was also increased in the group of "highly excitable" ($5,5 \pm 1,4$) versus the comparison group ($3,9 \pm 0,9$; $p < 0,05$). The average value of the HF power in the "moderately excitable" was significantly higher than the indicator of the "highly excitable" ($1031 \pm 497 \text{ ms}^2$ and $602 \pm 289 \text{ ms}^2$, respectively, $p < 0,05$), and the LF/HF power ratio was significantly higher in the subjects from the "highly excitable" group ($3,2 \pm 1,3$ and $1,9 \pm 0,7$; $p < 0,05$). The analysis of the temporal and spectral parameters of HRV in our study revealed that in "highly excitable" young people, the regulation of the activity of the cardiovascular system is characterized by a decrease in parasympathetic influences and a relative predominance of sympathetic control, as well as the influence of higher nervous centers without signs of pathological hyperactivity.

Keywords: motor and emotional excitability, heart rate variability, autonomic regulation.