

ИЗМЕНЕНИЯ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КАК ПРЕДИКТОРЫ ГОЛОВНОЙ БОЛИ НАПРЯЖЕНИЯ

DOI: 10.17691/stm2019.11.1.19

УДК 616.12–008:616.857

Поступила 3.12.2018 г.



К.А. Машкович, ассистент кафедры неврологии, нейрохирургии и медицинской генетики;
В.Н. Григорьева, д.м.н., профессор, зав. кафедрой неврологии, нейрохирургии и медицинской генетики

Приволжский исследовательский медицинский университет, пл. Минина и Пожарского, 10/1,
Н. Новгород, 603005

Цель исследования — оценка взаимосвязи дневных профилей динамики эмоционального напряжения, физической активности и вариабельности сердечного ритма (ВСР) как предиктора головной боли напряжения (ГБН).

Материалы и методы. Обследовано 166 студентов старших курсов медицинского вуза, из которых 60 учащихся с частой эпизодической ГБН (ЧЭпГБН), 28 человек с хронической ГБН (ХрГБН), 18 студентов с мигренью, сочетающейся с ЧЭпГБН, и 60 человек без цефалгий. Обследование включало клинический неврологический и соматический осмотр, оценку повседневной физической активности, диагностики уровня эмоционального напряжения и исследование вегетативной нервной системы путем анализа ВСР в покое и в процессе повседневной активности студентов.

Результаты и обсуждение. Результаты исследования ВСР в покое, а также при 12-часовом мониторинге кардиоритмограммы свидетельствовали о снижении вариабельности сердечного ритма, повышении симпатических и снижении парасимпатических регуляторных вегетативных влияний у студентов с ГБН по сравнению с лицами без цефалгий, что было сопряжено со специфическими дневными профилями динамики эмоционального напряжения и физической активности. Особенности ВСР пациентов с ГБН проявляются в сглаженности изменений, низком уровне физической активности и высоком уровне эмоционального напряжения в течение дня. Полученные данные дают основание предполагать, что взаимосвязь дневных профилей динамики эмоционального напряжения, физической активности и ВСР является надежным предиктором развития ГБН.

Заключение. Характеристики динамики показателей ВСР на протяжении дня (дневные профили) могут быть использованы в качестве объективных нейрофизиологических индикаторов выраженного эмоционального напряжения и гиподинамии как факторов хронизации ГБН.

Ключевые слова: вариабельность сердечного ритма; головная боль напряжения; эмоциональный стресс; повседневная двигательная активность.

Как цитировать: Mashkovich K.A., Grigoryeva V.N. Changes of heart autonomic regulation as predictors of tension type headache. *Sovremennye tehnologii v medicine* 2019; 11(1): 163–168, <https://doi.org/10.17691/stm2019.11.1.19>

English

Changes of Heart Autonomic Regulation as Predictors of Tension Type Headache

K.A. Mashkovich, Tutor, Department of Neurology, Neurosurgery, and Medical Genetics;
V.N. Grigoryeva, MD, DSc, Professor, Head of the Department of Neurology, Neurosurgery, and Medical Genetics

Privolzhsky Research Medical University, 10/1 Minin and Pozharsky Square, Nizhny Novgorod, 603005, Russia

The aim of the study was to investigate the dynamics of heart rate variability (HRV) and its relation to the daily physical activity and emotional stress level in tension type headache (TTH) patients in order to identify the objective correlates of headache.

Materials and Methods. 166 medical students have been examined: 60 students with frequent episodic TTH (FETTH), 28 students with chronic TTH (CTTH), 18 students with migraine combined with FETTH, and 60 headache-free persons. The examination included

Для контактов: Григорьева Вера Наумовна, e-mail: vrgr@yandex.ru

clinical neurological and somatic examination, assessment of daily physical activity and emotional stress level, as well as investigation of the autonomic nervous system using HRV at rest and in the process of students' daily activity.

Results and Discussion. In young people with FETTH and CTTH the parameters of HRV differ from headache-free persons. These changes indicate the increase of the sympathetic and decrease of the parasympathetic activity.

The young people with CTTH have flat daytime profiles of HRV parameters.

The decrease of HRV and the flattening of daytime profiles of HRV parameters are associated with high level of emotional stress and hypodynamia. Headache may have some independent influence on HRV parameters, but this impact is less than impact of emotional stress and hypodynamia.

Conclusion. The characteristics of HRV dynamics during the day (daytime profiles) may be used as objective neurophysiological indicators of high emotional stress and hypodynamia which are the factors of TTH development and chronicity.

Key words: heart rate variability; tension type headache; emotional stress; daily physical activity.

Введение

Головная боль напряжения (ГБН) является широко распространенной патологией, в том числе и у лиц молодого возраста [1]. Оптимизация подходов к ее лечению требует уточнения механизмов развития данного расстройства.

Роль вегетативной дисфункции в патогенезе ГБН до сих пор остается не вполне ясной [2]. Перспективным направлением изучения роли вегетативных нарушений в развитии этой патологии является мониторинг variability сердечного ритма (BCP) в процессе повседневной активности человека с применением беспроводных телеметрических систем [3]. Однако такого рода исследования единичны и касаются лишь сопоставления дневных и ночных показателей BCP при хронических болевых синдромах и мигрени [4, 5].

Совсем неизученным остается влияние на проявления ГБН дневной динамики BCP. Между тем такие данные весьма важны с точки зрения уточнения патогенетических вариантов ГБН, объективизации вегетативных изменений при данной форме цефалгий и лечения таких важнейших факторов риска ее развития и хронизации, как хронический повседневный стресс и гиподинамия, действие которых сопряжено с изменениями вегетативной регуляции [1].

Цель исследования — оценка взаимосвязи дневных профилей динамики эмоционального напряжения, физической активности и variability сердечного ритма как предиктора головной боли напряжения.

Материалы и методы

Обследовано 166 студентов старших (IV, V) курсов медицинского вуза (137 девушек, 29 юношей, средний возраст — 22,4±3,0 года). Из обследованных лиц сформированы четыре группы. В 1-ю группу вошли 60 студентов без цефалгий (11 юношей, 49 девушек); во 2-ю — 60 человек (11 юношей и 49 девушек) с частой эпизодической ГБН (ЧЭпГБН); в 3-ю — 28 человек (5 юношей и 23 девушки) с хронической ГБН (ХрГБН); 4-ю группу (дополнительную группу сравнения) составили 18 человек (2 юноши и 16 девушек)

с мигренью, сочетающейся с ЧЭпГБН (мигрень + ЧЭпГБН).

Исследование выполнено в соответствии с Хельсинкской декларацией (2013) и одобрено Этическим комитетом Приволжского исследовательского медицинского университета. От каждого пациента получено информированное согласие.

Обследование проводили в будний день, оно состояло из следующих процедур:

клинико-неврологический осмотр с дополнительной диагностикой формы головной боли в соответствии с критериями Международной классификации головной боли (МКГБ) [6];

регистрация ЭКГ и определение временных и частотных показателей BCP в покое в течение 5 мин с использованием вегетотестера «ВНС-Микро» («Нейрософт», Россия);

мониторинг кардиоритмограммы и показателей BCP на протяжении 12-часового периода дня (с 8 до 20 ч) с вычислением среднесуточных значений BCP и анализ динамики этих показателей. Использовали миниатюрный прикрепляемый к эластичному нагрудному поясу датчик Zephyr™ HxMonitor (зарегистрирован Zephyr Technology Corporation в 2010 г. в качестве устройства для фитнес-мониторинга сердечного ритма). Данные об интервалах R–R передавались от датчика посредством радиосигнала по протоколу Bluetooth SPP к смартфону, который находился у обследуемого. На смартфоне с использованием программы HR-Reader [7] осуществлялись прием, накопление полученных данных и передача их на интернет-сервер «Вебсервис для визуализации и хранения результатов измерения сердечного ритма» [8]. На этом сервере выполнялись фильтрация данных и математическая обработка полученной последовательности интервалов R–R;

оценка уровня эмоционального напряжения путем использования следующих шкал и опросников: Госпитальной шкалы тревоги и депрессии (ГШТД) с определением уровней тревоги (УТ) и депрессии (УД) [9]; Сокращенного многофакторного опросника для исследования личности (СМОЛ) [10]; русскоязычного варианта Шкалы психологическо-

го стресса PSM-25 [11]. На основании полученных данных все 166 обследованных студентов были путем кластерного анализа разделены на две группы с учетом показателей, отражающих уровень эмоционального стресса: УТ и УД по ГШТД; значения 2-й и 7-й шкал опросника СМОЛ; интегральный показатель опросника PSM-25. У студентов, попавших в кластер с невысокими показателями, уровень эмоционального напряжения был обозначен как невыраженный, а у студентов, попавших во второй кластер, — как выраженный;

оценка уровня физической активности студента, для чего в день исследования осуществлялся подсчет числа выполненных шагов с 8 утра до 8 вечера с использованием трехосевого акселерометра iHealth Wireless activity and sleep tracker (iHealth Lab Inc., США), закрепляемого с помощью браслета на запястье.

Общий уровень физической активности за последние полгода оценивали путем опроса и применения русскоязычного варианта Шкалы уровня физической активности [12]. Наличие гиподинамии у студента диагностировали в том случае, когда оценка по этой шкале и результаты опроса выявляли, что физические нагрузки средней интенсивности занимают у него менее 150 мин в неделю либо высокоинтенсивные нагрузки составляют менее 75 мин в неделю.

Статистический анализ результатов выполняли при помощи программы Statistica 6.0. Сравнение двух выборок при анализе переменных, имеющих нормальное распределение, осуществляли с применением *t*-критерия Стьюдента для несвязанных групп и парного *t*-критерия Стьюдента для связанных групп. Для сравнения средних значений показателей в трех и более несвязанных выборках при условии нормального распределения использовали однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA). Для объединения обследованных лиц в отдельные группы применяли метод кластерного анализа с использованием агломеративного способа *k*-средних. С целью сопоставления характера динамики переменной на протяжении разных периодов дня в нескольких группах обследованных лиц проводили двухфакторный дисперсионный анализ с повторными измерениями, с одним внутригрупповым (период дня) и одним межгрупповым (принадлежность к группе) фактором (ANOVA с повторными измерениями). Для изучения связей между случайными величинами применяли корреляционный анализ Спирмена.

Результаты и обсуждение

По результатам анализа ВСР в покое у студентов с ГБН, как с эпизодической, так и с хронической, по сравнению со студентами без цефалгий, отмечались статистически значимо более низкие значения таких показателей, как стандартное отклонение $N-N$ интервалов SDNN (мс), общая мощность спектра

TP (мс²/Гц), мощность в диапазоне высоких частот HF (мс²/Гц), процентный вклад высокочастотного компонента в общую мощность спектра %HF, а также более высокое значение коэффициента симпато-вагусного баланса LF/HF, что отражает изменение вегетативного баланса в сторону повышения симпатического тонуса при ГБН.

Полученные нами данные противоречат результатам авторов, которые не обнаружили у больных ГБН и здоровых лиц различий в показателях спектрального анализа ВСР в покое [13]. В то же время наши результаты подтверждают данные ряда других исследователей [2, 14, 15]. Так, А.А. Якупова [15] на основании анализа показателей ВСР в покое обнаружила симпатикотонию у 74% пациентов с ХрГБН.

Одной из причин выявленных вегетативных изменений может явиться сопряженный с ГБН эмоциональный стресс, при котором повышаются симпатические регуляторные влияния и снижается парасимпатическая активность [16, 17]. В пользу роли эмоционального напряжения как фактора, опосредующего уменьшение ВСР при ГБН, свидетельствует тот установленный нами факт, что уровень эмоционального напряжения по данным применявшихся опросников оказался в среднем статистически значимо выше у студентов с ГБН, чем у студентов без цефалгий. Доля лиц с выраженным эмоциональным напряжением оказалась также статистически значимо выше в группах студентов с ХрГБН (21 из 28, или 75%), с ЧЭпГБН (32 из 60, или 53%), а также при сочетании мигрени и ЧЭпГБН (15 из 18, или 83%), чем в группе студентов без головных болей (11 из 60, или 18,3%); $p=0,0000$ для всех групп сравнения.

Снижению показателей ВСР в покое также может способствовать гиподинамия (уменьшение повседневной физической активности), которая у студентов с ГБН была статистически значимо более выражена по сравнению со студентами без цефалгий. Доля лиц с гиподинамией в группах студентов с сочетанием мигрени и ЧЭпГБН (17 из 18, или 94%), ХрГБН (20 из 28, или 71,4%) и ЧЭпГБН (39 из 60, или 65%) оказалась статистически значимо выше, чем в группе лиц без цефалгий (16 из 60, или 26,6%); $p=0,0000$ для всех групп сравнения. О том, что снижение привычной физической активности приводит к снижению ВСР, говорится в работе [18].

Результаты 12-часового мониторинга свидетельствовали о снижении ВСР у учащихся вуза с ЧЭпГБН и ХрГБН по сравнению со студентами без цефалгий, а также у студентов с сочетанием мигрени и ЧЭпГБН по сравнению со всеми остальными обследованными лицами. Полученные результаты указывали на повышение симпатических и снижение парасимпатических влияний как при ЧЭпГБН, так и при ХрГБН.

Среднедневные показатели ВСР, также как и показатели стационарной записи, статистически значимо отрицательно коррелировали с показателями уровня эмоционального напряжения и положительно — с по-

казателями уровня повседневной физической активности студентов, в том числе с количеством пройденных ими за день шагов.

Для оценки динамики показателей BCP с 8 до 20 ч осуществлялось их усреднение за каждый из трех четырехчасовых периодов дневного времени суток. Например, SDNNi первой трети дня (SDNNi₈₋₁₂) вычислялся как среднее значение стандартных отклонений N-N-интервалов, определявшихся по всем 5-минутным отрезкам записи с 8 до 12 ч дня. Аналогичным образом вычислялись SDNNi₁₂₋₁₆ и SDNNi₁₆₋₂₀. Последовательность значений SDNNi за разные трети дня обозначена нами как «дневной профиль SDNNi».

Двухфакторный дисперсионный анализ с повторными измерениями выявил различия в характере динамики четырехчасовых значений SDNNi на протяжении дня между группами студентов без цефалгий, с ЧЭпГБН, ХрГБН и сочетанием мигрени с ЧЭпГБН; $p=0,038$ (рис. 1).

Такая же тенденция к различиям между группами студентов без и с наличием цефалгий отмечалась и в отношении дневных профилей спектральных показателей BCP: TP (мс²), $p=0,0000$; VLF (мс²), $p=0,01$; LF (мс²), $p=0,0000$; HF (мс²), $p=0,0000$.

На суточной диаграмме BCP при ГБН дневные профили показателей располагались ниже. Дневной профиль SDNNi у студентов с ХрГБН статистически значимо отличался от аналогичного у других студентов не только по значению, но также и по форме. С учетом того, что учащиеся с ХрГБН имели более высокие уровни эмоционального напряжения и гиподинамии, логично было предположить, что эти же самые факторы опосредуют отличия форм дневного профиля SDNNi студентов с ХрГБН от форм профилей SDNNi других студентов. Это предположение согласуется с данными В. Verkuil и соавт. [19], которые,

изучая временные параметры BCP на протяжении трех разных периодов дня, установили, что у лиц с хроническим стрессом соответствующие показатели, во-первых, ниже, чем у людей без выраженного эмоционального напряжения, а во-вторых, отличаются меньшей степенью изменчивости на протяжении дня.

Для прояснения этого предположения мы дополнительно изучили зависимость значений и формы профилей SDNNi у трех категорий студентов:

1-я категория — с невыраженным эмоциональным напряжением без гиподинамии (n=51; из них с ГБН — 14);

2-я категория — с выраженным эмоциональным напряжением либо с гиподинамией (n=59; из них с ГБН — 40);

3-я категория — с выраженным эмоциональным напряжением и с гиподинамией (n=56; из них с ГБН — 52).

Сравнение дневных профилей SDNNi с использованием двухфакторного дисперсионного анализа с повторными измерениями у студентов перечисленных категорий выявило статистически значимые различия ($p=0,0000$), заключающиеся в более «низком расположении» и «уплощенном» виде профилей SDNNi у лиц с сочетанием выраженного эмоционального напряжения и гиподинамии (рис. 2).

На основании данного анализа был предложен метод диагностики наличия у обследуемого выраженного эмоционального напряжения и гиподинамии и выбраны соответствующие критерии: выявление либо «низко расположенного» (каждое из значений SDNNi₈₋₁₂, SDNNi₁₂₋₁₆, SDNNi₁₆₋₂₀ составляет менее 70 мс) дневного профиля SDNNi, либо «уплощенного» (разница между соседними четырехчасовыми профилями SDNNi составляет менее 10 мс) позволяет объективизировать наличие у че-

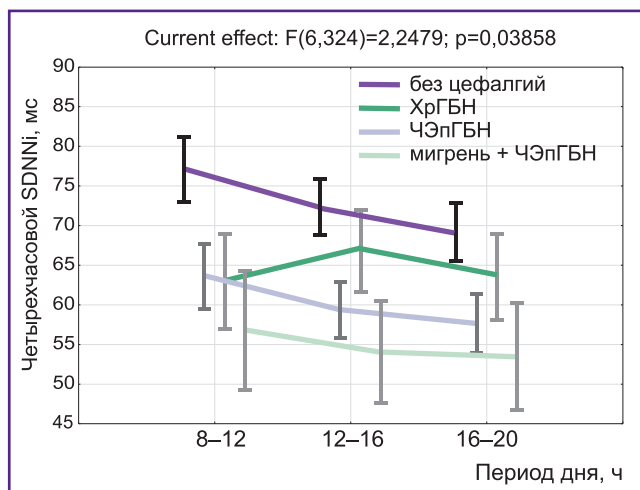


Рис. 1. Дневные профили SDNNi в подгруппах студентов без цефалгий, с ХрГБН, ЧЭпГБН и сочетанием мигрени с ЧЭпГБН

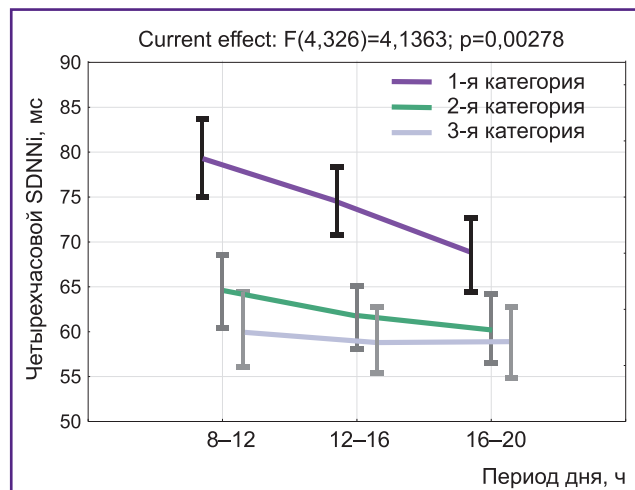


Рис. 2. Дневные профили SDNNi в подгруппах студентов с разной выраженностью эмоционального напряжения и физической активности

ловека сочетания выраженного эмоционального напряжения и гиподинамии. В процессе использования этих критериев при анализе ситуации в целом по всей группе обследованных студентов их чувствительность и специфичность составила соответственно 86 и 65%.

Поскольку высокий уровень эмоционального напряжения и гиподинамия признаны факторами риска ГБН, а также и целого ряда других «болезней цивилизации» [20], то возможность нейрофизиологической объективизации сочетания этих факторов путем анализа динамики показателей ВСР на протяжении дня, по нашему мнению, имеет большое практическое значение.

Тот факт, что доля лиц, имевших сочетание выраженного эмоционального напряжения и гиподинамии в группе студентов с ХрГБН (61%), была статистически значимо выше, чем в группе студентов без головных болей (7%; $p=0,0000$) и в группе студентов с ЧЭпГБН (35%; $p=0,02$), подтверждает предположение о том, что изменение формы дневного профиля SDNNi при ХрГБН во многом объясняется именно соответствующими факторами.

Поскольку полученные результаты все же не исключали возможности того, что ГБН оказывает собственное влияние на показатели ВСР и их динамику на протяжении дня (возможность независимого влияния болевого синдрома на снижение ВСР была отмечена А.М. Adlan и соавт. [21], изучавшими ВСР при ревматоидном артрите), мы проконтролировали воздействие на эти показатели эмоционального напряжения и гиподинамии при сравнении стационарных, среднедневных параметров ВСР и их профилей у студентов без цефалгий и с ГБН. Для этого мы подобрали пары студентов, отличавшихся по наличию/отсутствию ГБН, но идентичных по полу, возрасту, наличию/отсутствию эмоционального напряжения и гиподинамии. При сравнении показателей ВСР, рассчитанных по данным пятиминутной записи кардиоритма, статистически значимых различий не установлено. В то же время студенты без ГБН имели в среднем статистически значимо более высокие среднедневные значения SDNNi ($p=0,03$), VLF ($p=0,01$), LF ($p=0,03$), HF ($p=0,0000$), TP ($p=0,0000$), чем студенты с ГБН. Наблюдалась отчетливая тенденция к снижению уровня и изменению формы дневного профиля SDNNi в группе студентов с ГБН по сравнению с группой студентов без ГБН при «выравнивании» частоты встречаемости выраженного эмоционального напряжения и гиподинамии в этих группах, хотя она не достигла статистической значимости.

Таким образом, выявленные изменения значений показателей ВСР и характера динамики этих показателей на протяжении дня у студентов с ГБН могут быть объяснены прежде всего наличием у большинства из них выраженного эмоционального стресса и гиподинамии, при том что некоторый вклад в указанные изменения при ГБН вносит и сам болевой синдром.

Заключение

У лиц с частой эпизодической и хронической головной болью напряжения (в нашем случае — студенты вуза) показатели временного и частотного анализа вариабельности сердечного ритма различаются по данным как стационарной пятиминутной, так и двенадцатичасовой дневной регистрации кардиоритмограммы (в отличие от лиц без головных болей), что отражает повышение симпатических и снижение парасимпатических регуляторных вегетативных влияний.

Уменьшение вариабельности сердечного ритма по данным как стационарной пятиминутной, так и двенадцатичасовой дневной записи у лиц с частой эпизодической и хронической головной болью напряжения во многом опосредовано сопряженным с этими формами цефалгий повышением уровней эмоционального напряжения и гиподинамии. Однако эпизодическая и хроническая головная боль напряжения оказывает и собственное влияние на снижение вариабельности сердечного ритма.

У лиц с хронической головной болью напряжения характерна малая изменчивость показателей вариабельности сердечного ритма на протяжении дня, что проявляется в виде «уплощения» дневных профилей соответствующих показателей.

Снижение и/или «уплощение» дневных профилей показателей вариабельности сердечного ритма при хронической головной боли напряжения статистически значимо сопряжено с повышением уровня эмоционального напряжения и снижением повседневной двигательной активности, что позволяет использовать соответствующие характеристики динамики показателей вариабельности сердечного ритма на протяжении дня в качестве объективных нейрофизиологических индикаторов выраженного эмоционального напряжения и гиподинамии как факторов хронизации данной формы цефалгий.

Благодарность. Авторы признательны С.А. Полевой за обучение телеметрии ритма сердца.

Финансирование исследования и конфликт интересов. Исследование не финансировалось какими-либо источниками, и конфликты интересов, связанные с данным исследованием, отсутствуют.

Литература/References

1. Ахмадеева Л.Р., Азимова Ю.Э., Каракулова Ю.В., Лебедева Е.Р., Наприенко М.В., Осипова В.В., Рачин А.П., Сергеев А.В., Скоробогатых К.В., Табеева Г.Р., Филатова Е.Г. Клинические рекомендации по диагностике и лечению головной боли напряжения. Русский медицинский журнал 2016; 7: 411–419. Akhmadeeva L.R., Azimova Yu.E., Karakulova Yu.V., Lebedeva E.R., Naprienko M.V., Osipova V.V., Rachin A.P., Sergeev A.V., Skorobogatykh K.V., Tabeeva G.R., Filatova E.G. Clinical recommendations on diagnosis and treatment of tension headache. *Russkij medicinskij zurnal* 2016; 7: 411–419.

2. Gass J.J., Glaros A.G. Autonomic dysregulation in

- headache patients. *Appl Psychophysiol Biofeedback* 2013; 38(4): 257–263, <https://doi.org/10.1007/s10484-013-9231-8>.
3. Kim D., Seo Y., Cho J., Cho C.H. Detection of subjects with higher self-reporting stress scores using heart rate variability patterns during the day. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2008; 2008: 682–685, <https://doi.org/10.1109/iembs.2008.4649244>.
4. Koenig J., Clamor A., Loerbroks A., Jarczok M.N., Fischer J.E., Thayer J.F. Only by the night: a closer look at parasympathetic nervous system dysregulation in chronic pain. *Pain Pract* 2017; 17(4): 568–569, <https://doi.org/10.1111/papr.12564>.
5. Tabata M., Takeshima T., Burioka N., Nomura T., Ishizaki K., Mori N., Kowa H., Nakashima K. Cosinor analysis of heart rate variability in ambulatory migraineurs. *Headache* 2000; 40(6): 457–463, <https://doi.org/10.1046/j.1526-4610.2000.00068.x>.
6. The International Classification of Headache Disorders. *Cephalalgia* 2013; 33(9): 629–808, <https://doi.org/10.1177/0333102413485658>.
7. Кожевников В.В., Полевая С.А., Шишалов И.С., Бакчина А.В. Мобильный HR-измеритель (HR-измеритель). Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ 2014618634. 2014. Kozhevnikov V.V., Polevaya S.A., Shishalov I.S., Bakhchina A.V. *Mobile HR-meter (HR-meter)*. Certificate of state registration of computer programs 2014618634. 2014.
8. Еремин Е.В., Кожевников В.В., Полевая С.А., Бакчина А.В. Вебсервис для визуализации и хранения результатов измерения сердечного ритма. Свидетельство о государственной регистрации базы данных 2014621202. 2014. Eremin E.V., Kozhevnikov V.V., Polevaya S.A., Bakhchina A.V. *Web service for visualization and storing of heart rate measurements*. Certificate of state registration of databases 2014621202. 2014.
9. Zigmond A.S., Snaith R.P. The hospital anxiety and depression scale. *Acta Psychiatr Scand* 1983; 67(6): 361–370, <https://doi.org/10.1111/j.1600-0447.1983.tb09716.x>.
10. Епанчинцева Е.М., Семке В.Я., Гарганеева Н.П., Зайцев В.П. Вариант психологического теста Mini-Mult. Психологический журнал 1981; 3: 118–123. Epanchintseva E.M., Semke V.Ya., Garganeeva N.P., Zaytsev V.P. A variant of the psychological Mini-Mult test. *Psikhologicheskii zhurnal* 1981; 3: 118–123.
11. Водопьянова Н.Е., Старченкова Е.С. Синдром выгорания: диагностика и профилактика. СПб: Издательство Юрайт; 2005. Vodopyanova N.E., Starchenkova E.S. *Sindrom vygoraniya: diagnostika i profilaktika* [Burnout syndrome: diagnosis and prevention]. Saint Petersburg: Izdatel'stvo Yurayt; 2005.
12. Jackson A.S., Blair S.N., Mahar M.T., Wier L.T., Ross R.M., Stuteville J.E. Prediction of functional aerobic capacity without exercise testing. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 1990; 22(6): 863, <https://doi.org/10.1249/00005768-199012000-00021>.
13. Takahiro Maruta S.E. Spectral analyses of heart rate variability by acceleration plethysmography for diagnostic support of migraine: clinical research. *J Neurol Disord* 2015; 3(2), <https://doi.org/10.4172/2329-6895.1000229>.
14. Акарачкова Е.С. Роль вегетативной нервной системы в патогенезе головной боли напряжения. Автореф. дис. ... докт. мед. наук. М; 2012. Akarachkova E.S. *Rol' vegetativnoy nervnoy sistemy v patogeneze golovnoy boli napryazheniya*. Avtoref. dis. ... dokt. med. nauk [The role of the vegetative nervous system in the pathogenesis of tension headache. DSc Thesis]. Moscow; 2012.
15. Якупова А.А. Хроническая головная боль напряжения (клинико-нейрофизиологическая характеристика, механизмы, лечение). Автореф. дис. ... докт. мед. наук. Казань; 2011. Yakupova A.A. *Khronicheskaya golovnaya bol' napryazheniya (kliniko-neyrofiziologicheskaya kharakteristika, mekhanizmy, lechenie)*. Avtoref. dis. ... dokt. med. nauk [Chronic tension headache (clinical and neurophysiological characteristic, mechanisms, treatment). DSc Thesis]. Kazan; 2011.
16. Kim H.-G., Cheon E.-J., Bai D.-S., Lee Y.H., Koo B.-H. Stress and heart rate variability: a meta-analysis and review of the literature. *Psychiatry Investig* 2018; 15(3): 235–245, <https://doi.org/10.30773/pi.2017.08.17>.
17. Won E., Kim Y.-K. Stress, the autonomic nervous system, and the immune-kynurenine pathway in the etiology of depression. *Curr Neuropharmacol* 2016; 14(7): 665–673, <https://doi.org/10.2174/1570159x14666151208113006>.
18. Prinsloo G.E., Rauch H.G.L., Derman W.E. A brief review and clinical application of heart rate variability biofeedback in sports, exercise, and rehabilitation medicine. *Phys Sportsmed* 2014; 42(2): 88–99, <https://doi.org/10.3810/psm.2014.05.2061>.
19. Verkuil B., Brosschot J.F., Tollenaar M.S., Lane R.D., Thayer J.F. Prolonged non-metabolic heart rate variability reduction as a physiological marker of psychological stress in daily life. *Ann Behav Med* 2016; 50(5): 704–714, <https://doi.org/10.1007/s12160-016-9795-7>.
20. Sanlier N., Pehlivan M., Sabuncular G., Bakan S., Isguzar Y. Determining the relationship between body mass index, healthy lifestyle behaviors and social appearance anxiety. *Ecol Food Nutr* 2017; 57(2): 124–139, <https://doi.org/10.1080/03670244.2017.1419343>.
21. Adlan A.M., Veldhuijzen van Zanten J.J.C.S., Lip G.Y.H., Paton J.F.R., Kitas G.D., Fisher J.P. Cardiovascular autonomic regulation, inflammation and pain in rheumatoid arthritis. *Auton Neurosci* 2017; 208: 137–145, <https://doi.org/10.1016/j.autneu.2017.09.003>.