

ISSN 2077-8333 (print)  
ISSN 2311-4088 (online)

# ЭПИЛЕПСИЯ и пароксизмальные состояния

2021 Том 13 №3



EPILEPSY AND PAROXYSMAL CONDITIONS

2021 Vol. 13 №3

[www.epilepsia.su](http://www.epilepsia.su)

Данная интернет-версия статьи была скачана с сайта [www.epilepsia.su](http://www.epilepsia.su). Не предназначено для использования в коммерческих целях.  
Информацию о репринтах можно получить в редакции. Тел.: +7 (495) 649-54-95; эл. почта: [info@irbis-1.ru](mailto:info@irbis-1.ru).

# Нейрофизиологические особенности у пациентов с мигренью из группы риска по эпилепсии

Сорокина Н.Д.<sup>1</sup>, Цагашек А.В.<sup>1,2</sup>, Перцов С.С.<sup>1,3</sup>,  
Селицкий Г.В.<sup>1</sup>, Жердева А.С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ул. Делегатская, д. 20, стр. 1, Москва 127473, Россия)

<sup>2</sup> Государственное бюджетное учреждение здравоохранения г. Москвы «Городская клиническая больница им. С.И. Спасокукоцкого» Департамента здравоохранения г. Москвы (ул. Вучетича, д. 21, Москва 127206, Россия)

<sup>3</sup> Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт нормальной физиологии им. П.К. Анохина» (ул. Балтийская, д. 8, Москва 125315, Россия)

Для контактов: Сорокина Наталия Дмитриевна, e-mail: sonata5577@mail.ru

## РЕЗЮМЕ

**Цель:** изучение электрофизиологических параметров биоэлектрической активности головного мозга и особенностей автономной нервной системы по показателям вариабельности сердечного ритма, вызванным кожным симпатическим потенциалом, клинко-физиологическим пробам в зависимости от латерализации мигренозного болевого синдрома в правом или левом полушарии головного мозга у пациентов с эпилептическими признаками на электроэнцефалограмме (ЭЭГ) и мигренью.

**Материал и методы.** Обследованы 36 пациентов с эпизодической мигренью без ауры и риском развития эпилепсии и 9 здоровых испытуемых того же возраста. В группах пациентов и здоровых добровольцев проводили ЭЭГ-исследование, клинко-физиологические тесты, анализ вариабельности сердечного ритма и вызванных кожных симпатических потенциалов.

**Результаты.** В группе пациентов с правополушарной мигренозной головной болью обнаружены признаки активации симпатической нервной системы в фоновой записи и при нагрузке, меньшая выраженность эпилептиформной активности на ЭЭГ в фоне и в провокационных пробах. В отличие от обследуемых этой группы, у больных другой группы, с более устойчивым мигренозным болевым синдромом в левой гемисфере, выявлена тенденция к преобладанию функциональной активности парасимпатической системы – повышение трофотропного обеспечения при нагрузке, а также большая выраженность эпилептиформной биоэлектрической активности в фоновой записи и при нагрузочных пробах.

**Заключение.** Показатели вариабельности сердечного ритма в комплексе с объективными результатами клинко-физиологической оценки автономной нервной системы и электрофизиологическими параметрами биоэлектрической активности головного мозга являются надежными прогностическими индикаторами различного функционального состояния больных с эпизодической мигренью.

## КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Мигрень, эпилепсия, вариабельность сердечного ритма, биоэлектрическая активность головного мозга, автономная нервная система.

Статья поступила: 05.03.2021 г.; в доработанном виде: 14.09.2021 г.; принята к печати: 30.09.2021 г.

**Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии необходимости раскрытия конфликта интересов в отношении данной публикации.

**Вклад авторов**

Авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

**Для цитирования**

Сорокина Н.Д., Цагашек А.В., Перцов С.С., Селицкий Г.В., Жердева А.С. Нейрофизиологические особенности у пациентов с мигренью из группы риска по эпилепсии. *Эпилепсия и пароксизмальные состояния*. 2021; 13 (3): 226–236. <https://doi.org/10.17749/2077-8333/epi.par.con.2021.064>

**Neurophysiological features in patients with migraine at risk for epilepsy**

Sorokina N.D.<sup>1</sup>, Tsagashek A.V.<sup>1,2</sup>, Pertsov S.S.<sup>1,3</sup>, Selitsky G.V.<sup>1</sup>, Zherdeva A.S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry (20 bld. 1 Delegatskaya Str., Moscow 127473, Russia)

<sup>2</sup> Spasokukotskiy City Clinical Hospital (21 Vuchetich Str., Moscow 127206, Russia)

<sup>3</sup> Anokhin Research Institute of Normal Physiology (8 Baltiyskaya Str., Moscow 125315, Russia)

**Corresponding author:** Natalia D. Sorokina, e-mail: [sonata5577@mail.ru](mailto:sonata5577@mail.ru)

**SUMMARY**

**Objective:** to study the electrophysiological parameters of brain bioelectric activity and features of the autonomous nervous system assessing heart rate variability, sympathetic skin response, clinical and physiological tests depending on the lateralization of migraine pain syndrome in the right or left brain hemisphere in patients with epileptic electroencephalogram (EEG) signs and migraine.

**Material and methods.** Thirty six patients with aura-free episodic migraine at risk of developing epilepsy and 9 age-matched healthy subjects were examined. All participants underwent EEG, clinical and physiological tests, assessment of heart rate variability and sympathetic skin response.

**Results.** Patients with right-hemisphere migraine headache had signs of activated sympathetic nervous system at baseline level and during exercise, lower baseline EEG epileptiform activity and in provocative tests. In contrast to the subjects of this group, patients of other group featured with a more stable migraine pain syndrome in the left hemisphere tended to dominate with functional activity of the parasympathetic system such as increased trophotropic support during exercise, as well as greater magnitude of baseline epileptiform bioelectric activity and during load tests.

**Conclusion.** Values of heart rate variability in combination with objective results of clinical and physiological assessment of the autonomous nervous system and electrophysiological parameters of brain bioelectric activity are reliable prognostic indicators for varying functional conditions in patients with episodic migraine.

**KEYWORDS**

Migraine, epilepsy, heart rate variability, bioelectric brain activity, autonomic nervous system.

**Received:** 05.03.2021; **in the revised form:** 14.09.2021; **accepted:** 30.09.2021

**Conflict of interests**

The authors declare no conflict of interest regarding this publication.

**Authors' contribution**

All authors contributed equally to this article.

**For citation**

Sorokina N.D., Tsagashek A.V., Pertsov S.S., Selitsky G.V., Zherdeva A.S. Neurophysiological features in patients with migraine at risk for epilepsy. *Epilepsia i paroksizmal'nye sostoania / Epilepsy and Paroxysmal Conditions*. 2021; 13 (3): 226–236 (in Russ.). <https://doi.org/10.17749/2077-8333/epi.par.con.2021.064>

**ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION**

Взаимосвязь мигрени и эпилепсии привлекает особое внимание врачей и специалистов медико-биологического профиля. Приступ мигрени и пароксизм

эпилепсии провоцируются повышенной возбудимостью разных отделов головного мозга. Схожесть клинических признаков позволяет отнести их к коморбидным заболеваниям: гипервозбудимость нейронов

головного мозга, эпилептиформная активность на электроэнцефалограмме (ЭЭГ), клинически пароксизмальное течение [1]. Исследования показали, что между мигренью и эпилепсией существуют генетические связи, а также общие патофизиологические механизмы, включая дисбаланс между возбуждающими и тормозными нейромедиаторами. Предложенные теории общей этиологии мигрени и эпилепсии включают дисфункцию ионных каналов, глутаматергические механизмы и митохондриальную дисфункцию [2]. В работах Ю.А. Азимовой и Г.Р. Табеевой [3] и S.D. Silberstein et al. [3, 4] показано, что при наличии мигренозных пароксизмов риск развития эпилепсии возрастает более чем в четыре раза. В работе В.А. Карлова и О.С. Иноземцевой проанализированы четыре варианта взаимосвязи пароксизмального течения при мигрени и эпилепсии: 1) заболевание начинается с мигрени, постепенно присоединяются эпилептические припадки, которые начинают доминировать; 2) мигренозные и эпилептические пароксизмы у пациента периодически чередуются; 3) мигренозные и эпилептические проявления сочетаются в одном приступе; 4) болезнь начинается с эпилептических проявлений, позже присоединяются мигренозные [5].

В литературе представлены данные о межполушарных нейрофизиологических особенностях при эпилептических синдромах: при правополушарном очаге генерализации эпилептиформной активности часто перед приступом регистрируют всплеск левополушарной активности, а по мере развития заболевания выявляют нарастание синхронности биоэлектрической активности головного мозга [6]. При мигрени происходит увеличение межполушарной асимметрии биоэлектрической активности в тета- и альфа-диапазонах в задних отделах коры больших полушарий головного мозга перед мигренозным приступом по сравнению с межприступным периодом [7]. Патологические признаки на ЭЭГ в интериктальном периоде выявляют у 71,4% больных с эпилептическими припадками, вызванными мигренозной аурой [7, 8]. Имеются также данные о наличии эпилептиформной активности при мигрени [1]. При этом межполушарные особенности управления функциями автономной нервной системы у пациентов с мигренью и возможность развития эпилепсии при мигрени детально не изучены. Межполушарные особенности головного мозга выявляются при анализе их различного участия в обеспечении вегетативных функций [7].

Высший центр автономной регуляции – лимбико-ретикулярный комплекс является надсегментарным уровнем регуляции, координирующим вегетативные, поведенческие, эмоциональные, нейроэндокринные реакции организма, в котором имеются специфические зоны интегративного взаимодействия эмоциональных проявлений, вегетативных и моторных реакций различных поведенческих актов эрготропного и трофотропного видов [9]. Кроме того, известно, что

активация дорсальной части срединной поясной коры сопровождается вовлечением преимущественно симпатической системы, а вентральной – парасимпатической [10].

Участие различных структур правого или левого полушария головного мозга в регуляции функций автономной нервной системы до сих пор однозначно не определено. В частности, нейровизуализационные исследования (воксельная морфометрия) выявили отрицательную корреляцию между степенью увеличения высокочастотного компонента вариабельности сердечного ритма (BCP) и объемами правополушарных структур стриатума и лимбической системы [11].

Исследования разных функциональных состояний продемонстрировали, что функциональное преобладание правой гемисферы головного мозга сопровождается более выраженной активацией симпатической нервной системы, характерной для состояния стресса или напряжения [12]. Кроме того, функциональное доминирование левого полушария характеризуется большей активацией парасимпатической нервной системы, что обычно регистрируется при спокойном бодрствовании [13].

Следует отметить, что у пациентов с верифицированным диагнозом эпилептических припадков с билатеральными тонико-клоническими приступами с фокальным дебютом чаще выявляют повышение тонуса парасимпатической нервной системы. В группе больных эпилепсией с пароксизмами с генерализованным дебютом с большей частотой обнаруживаются синусовая тахикардия, аритмии, экстрасистолии, признаки активации симпатической нервной системы [14, 15]. В исследованиях с глубинными электродами продемонстрировано, что в преиктальной записи тахикардия при возникновении приступов, вовлекающих правую височную долю, наблюдается чаще, чем перед приступами, реализующимися с участием левой височной доли [16]. Известно также, что миндалевидное тело участвует в аффективной интеграции мультимодальных сенсорных входов, агрессии, страха и тревожных реакций и может играть роль в развитии сложных нейропсихиатрических, вегетативных и нейроэндокринных симптомов во время приступа мигрени [13]. Данные о различном преобладании правого или левого полушария головного мозга в регуляции функций автономной нервной системы при латерализованной форме мигрени без ауры в литературе отсутствуют, что вызывает интерес исследователей.

**Цель** – изучение электрофизиологических параметров биоэлектрической активности головного мозга и особенностей автономной нервной системы по показателям вариабельности сердечного ритма, вызванным кожным симпатическим потенциалам (ВКСП), клинко-физиологическим пробам в зависимости от латерализации мигренозного болевого синдрома в правом или левом полушарии головного мозга у пациентов с эпилептическими признаками на ЭЭГ и мигренью.

**МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ / MATERIAL  
AND METHODS****Дизайн исследования / Study design**

Проведено открытое контролируемое сравнительное амбулаторное клинико-физиологическое исследование на базе кафедры нервных болезней лечебного факультета Московского государственного медико-стоматологического университета (МГМСУ) им. А.И. Евдокимова.

Для исследования были отобраны 36 больных с диагнозом «мигренозная головная боль без ауры, течение эпизодическое» с признаками эпилептиформной активности на ЭЭГ, которые хотя бы один раз перенесли эпилептический приступ в анамнезе (установлен врачом). Пациенты, у которых в анамнезе зарегистрирован один судорожный эпилептический генерализованный или фокальный приступ, были разделены на две группы: 1-я группа (n=19) – 15 женщин и 4 мужчины (средний возраст  $32,3 \pm 3,7$  года) с преимущественной латерализацией мигренозной головной боли в левом полушарии; 2-я группа (n=17) – 12 женщин и 5 мужчин (средний возраст  $31,6 \pm 4,4$  года) с преимущественной латерализацией мигренозной головной боли в правом полушарии. При проведении клинического и инструментального исследований медикаментозное лечение не проводилось. Контрольная группа включала 9 практически здоровых участников того же возраста.

**Критерии включения и исключения /  
Inclusion and exclusion criteria**

Критерии включения в исследование:

- возраст от 23 до 37 лет;
  - наличие эпилептиформной активности в фоновой записи или при проведении стимулирующих проб (фоно-, фотостимуляция);
  - наличие эпизода кратковременной потери сознания с судорожными проявлениями (эпилептический генерализованный или фокальный приступ), установленный врачом;
  - отсутствие патологии со стороны сердечно-сосудистой системы, а также патологии головного мозга по данным магнитно-резонансной и компьютерной томографии;
  - подписанное информированное согласие пациента.
- Использовались следующие критерии исключения:
- отзыв пациентом информированного согласия;
  - диагностирование соматических и психогенных заболеваний.

**Этические аспекты / Ethical aspects**

В соответствии с регуляторными требованиями получено разрешение на проведение клинико-физиологических исследований на контингенте пациентов с мигренью и эпилепсией по диссертационной работе

на основании заключения этического комитета МГМСУ им. А.И. Евдокимова (выписка из протокола от 21.02.2019 № 0219).

Пациенты и здоровые испытуемые подписывали добровольное информированное согласие на участие в исследовании.

**Методы исследований / Methods of  
examination****Клинико-неврологическое исследование**

Всем пациентам проводили клинико-неврологическое исследование, включающее диагностику головной боли по критериям Международной классификации головных болей 3-го пересмотра (МКГБ-3, 2018 г). Мигренозная боль, как правило, определялась в передневерхней области головы (более выражено – лоб, глаз, висок, темя), преимущественно в одном полушарии. Боль усиливалась при физической и психической активности, носила пульсирующий характер, была умеренной или выраженной (нарушалась повседневная деятельность), что является характерными признаками мигрени [3, 8]. Согласно результатам различных тестов оценки асимметрии полушарий головного мозга все больные были правшами.

**Электроэнцефалография**

В группах пациентов и в группе здоровых лиц проводили ЭЭГ-исследование, анализ ВСП и ВКСР. ЭЭГ регистрировали от 24 отведений (согласно международной системе «10–20%») в стандартных условиях в фоновом и при функциональных пробах: глаза открыты/закрыты, проба с ритмической фото- и фоностимуляцией, гипервентиляционная проба (3 мин). Построение карт спектрально-корреляционных показателей биоэлектрической активности выполняли с использованием программ Neurotravel (ATES Medica Device, Италия). Измеряли также индекс эпилептиформной активности (ИЭА), которая могла включать один или несколько видов волн: спайк, комплексы «пик–волна», «острая – медленная волна»; разряды (вспышки): острых волн, высокоамплитудной активности; периодические комплексы: высокоамплитудных медленных волн, острых волн, часто сочетающихся с заостренными альфа- и бета-колебаниями, билатерально-синхронные периодические комплексы [6].

**Анализ variability сердечного ритма**

Оценка состояния автономной нервной системы у всех пациентов была проведена по показателям ВСП, используемым для определения функционального статуса [17]. Для оценки статуса автономной нервной системы применяли систему «Варикард-2.51» («Рамена», Россия). Рассчитывали как статистические показатели, так и параметры спектрального анализа.

Известно, что амплитуда моды и мощность спектра низкочастотного компонента (англ. low frequency, LF) являются показателями интенсивности симпатических влияний на синусовый узел и активность вазомо-

торного центра. Мощность спектра высокочастотного компонента (англ. high frequency, HF) и дисперсия частоты сердечных сокращений (ЧСС) отражают уровень активности парасимпатического звена регуляции. Индекс напряжения (англ. stress index, SI) – интегральный показатель напряжения регуляторных систем организма. Мощность спектра LF отражает функциональную активность симпатического отдела автономной нервной системы. Интегративный показатель LF/HF характеризует баланс симпатического и парасимпатического отделов автономной нервной системы. Мощность спектра очень низкочастотного компонента (англ. very low frequency, VLF) служит показателем активности центральных эрготропных и гуморально-метаболических механизмов регуляции сердечного ритма [17].

Все вышеуказанные параметры регистрировали как в покое, так и при активной ортостатической пробе [17, 18]. Ортостатическую пробу проводили следующим образом: у пациента измеряли ЧСС в положении лежа на кушетке, а затем после перехода в вертикальное положение. Увеличение ЧСС на 12–18 уд/мин характеризует возбудимость и тонус симпатического отдела автономной нервной системы в пределах нормы, более 18 уд/мин – повышенный тонус симпатической нервной системы, менее 12 уд/мин – ваготонический (парасимпатический).

### Анализ вызванных кожных симпатических потенциалов

Общеизвестно, что исследование ВКСП является высокоинформативным методом в диагностике вегетативной дисфункции. Этот подход позволяет определить преобладающий тонус автономной нервной системы, оценить интенсивность ответа, наличие нарушений проведения по постганглионарным симпатическим нервным волокнам.

Показатели ВКСП анализировали с помощью программы «Нейро-МВП» (Нейрософт, Россия). Положительный электрод накладывали на кожу 2-й фаланги среднего пальца, а отрицательный – на расстоянии 3 см от кожной складки 2-го межпальцевого промежутка. Регистрирующие электроды накладывали на кисти обеих рук, стимулирующий – на указательный палец правой руки. Величина стимуляции составила в среднем 12 мА, длительность стимула – 0,2 мс. Проводили сравнение латентного периода (ЛП) ответа, амплитуды первой фазы. Записи выполняли в фоне и сразу после ортостатической пробы. Оценивали следующие амплитудно-временные характеристики ВКСП: ЛП, амплитуда первой фазы ответа (тонус парасимпатической составляющей), амплитуда второй фазы ответа (тонус симпатической составляющей) [19].

### Оценка мигренозной головной боли

Оценку мигренозной головной боли проводили с помощью визуальной аналоговой шкалы, теста оценки головной боли Мак-Гилла. Преобладание тонуса симпатической или парасимпатической системы опре-

деляли по интегральному показателю, включающему вегетативный индекс Кердо [8, 9], и данным опросника А.М. Вейна на оценку вегетативной дисфункции [8].

### Методы статистического анализа / Methods of statistical analysis

Проверку полученных числовых данных на нормальность распределения оценивали с использованием критерия Шапиро–Уилкса. Статистическую достоверность различий между группами по каждому из показателей определяли с помощью непараметрических методов Манна–Уитни и Вилкоксона. Корреляционные связи выявляли с применением коэффициента Стьюдента. Для анализа использована программа Statistica 12.0 (StatSoft Inc, США). Результаты представлены в виде среднего и стандартной ошибки среднего ( $M \pm SEM$ ).

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ / RESULTS AND DISCUSSION

#### Клинико-неврологическое исследование / Clinical and neurological research

Интенсивность болевого синдрома при развитии мигренозного пароксизма по всем тестам и опросникам у пациентов 2-й группы была незначительно (на 7%) выше, чем в 1-й группе. Согласно результатам теста Мак-Гилла эта разница была больше, чем по другим опросникам оценки головной боли, – возможно, потому, что он позволяет оценить качество боли по разным шкалам.

Такие показатели, как частота мигренозных атак, влияние боли на повседневную активность, выраженность и частота представленности сопутствующих симптомов (тошнота, рвота, свето- и звукобоязнь, снижение повседневной активности (МКГБ-3, 2018 г.)) были также незначительно выше у пациентов 1-й группы. По данным литературы, болевой синдром при мигрени связан с периферической сенситизацией ноцицепторов сосудов твердой мозговой оболочки, возникающей вследствие развития локального нейрогенного асептического воспаления с последующим выделением алгогенов. Далее этот процесс вызывает центральную сенситизацию нейронов каудальной части спинномозгового ядра тройничного нерва и задних рогов верхних шейных сегментов, формирующих отраженную боль в наружных покровах головы и лица [3, 4]. Поэтому болевой синдром при мигрени включал и вовлечение зон иннервации различных ветвей тройничного нерва, имеющих полушарную латерализацию [20].

Как показывают данные литературы, у 50% пациентов с эпизодической и хронической мигренью в фоне и при проведении провокационных проб выявляются неспецифические изменения, которые не имеют признаков эпилептиформной активности [21, 22]. В нашем исследовании у больных, имеющих в анамнезе один эпилептический припадок, определяли повышенный порог судорожной готовности.

## Электроэнцефалография / Electroencephalography

Исследование биоэлектрической активности головного мозга (визуальный анализ ЭЭГ, анализ спектральной мощности ЭЭГ) позволило выявить отличия показателей в группах пациентов по сравнению со здоровыми испытуемыми. Спектральный анализ ЭЭГ продемонстрировал выраженное снижение спектральной мощности альфа-ритма у больных обеих групп ( $p < 0,05$ ). С применением визуального анализа ЭЭГ обнаружена заостренная форма волн, представленных в затылочно-теменных областях, иногда распространяющихся на передние области головного мозга. Главным образом в передних областях мозга выявлен бетаритм с частотой 20–30 Гц и амплитудой 5–10 мкВ.

У 69% пациентов 1-й группы и у 52% больных 2-й группы зарегистрирован высокоамплитудный тетаритм (40–90 мкВ) в височных отведениях билатерально. Пароксизмальная активность в большинстве случаев имела характер диффузной дизритмии с острыми и медленными волнами, комплексами «острая волна – медленная волна», «пик–волна».

У пациентов 2-й группы при визуальном анализе ЭЭГ выявляли быстроволновую активность бета-диапазона в височных и переднелобных отведениях билатерально в фоновой записи, а также рост числа таких вспышек при гипервентиляционной пробе. Отмечена фотопароксизмальная реакция (нерегулярные комплексы «спайк–волна» в ответ на ритмическую фотостимуляцию (4–7 Гц)), более выраженная на стороне мигренозной боли: в 1-й группе – у 44% пациентов, во 2-й группе – у 48%. ИЗА во всех пробах (фон, гипервентиляционная проба, фоно- и фотостимуляция) в 1-й группе был выше, чем во 2-й группе.

Фоновая запись, провоцирующие пробы и спектральный анализ не выявили функциональных отличий показателей в группах пациентов от соответствующих параметров у практически здоровых людей.

При анализе показателей биоэлектрической активности обнаружено статистически значимое превышение мощности спектра тетаритма по сравнению с фоном в пробах с гипервентиляцией ( $p < 0,01$ ) без статистически значимых различий по полушариям. Уровень повышения порога судорожной готовности у больных 1-й группы был статистически значимо выше, чем у пациентов 2-й группы ( $p < 0,05$ ). Динамика показателей ЭЭГ в группе контроля в процессе гипервентиляционной пробы и во время восстановления после пробы соответствовала норме.

Полученные электрофизиологические данные по спектральной мощности ритмов медленного диапазона ЭЭГ и увеличению доли эпилептиформной активности во время и после провокационных проб свидетельствуют о более высоком уровне эпилептогенности мозга в случае левополушарного преобладания головной боли при мигрени и эпилептиформной активности на фоновой ЭЭГ. В литературе имеются также данные о большей выраженности эпилептического

процесса в случае левополушарного эпилептического очага [6].

Оценка функций автономной нервной системы по данным опросника вегетативной дисфункции Вейна и теста Кердо [8, 9] показала преобладание парасимпатической системы в регуляции сердечного ритма в 1-й группе пациентов. Полученные данные свидетельствуют о вовлечении механизмов адаптации (ваготонии) при левосторонней мигренозной боли, тогда как при правосторонней мигренозной боли – симпатикотонии.

## Анализ вариабельности сердечного ритма / Analysis of heart rate variability

Исследование сердечного ритма в ортостатической пробе выявило изменения ЧСС по сравнению с фоновой записью в 1-й группе на  $9,7 \pm 2,0$  уд/мин, во 2-й группе на  $20,5 \pm 1,2$  уд/мин, в контрольной группе на  $16,2 \pm 1,7$  уд/мин. Так как увеличение ЧСС на 12–18 уд/мин характеризует возбудимость и тонус симпатического отдела автономной нервной системы в пределах нормы, во 2-й группе пациентов реакцию считали симпатикотонической, а в 1-й группе – ваготонической. Анализ показателей BCP обнаружил достоверные межгрупповые различия спектральных составляющих и статических параметров BCP (табл. 1).

В группе симпатотоников преобладали LF-составляющие кардиоритма, в ответ на ортостатическую пробу мощность спектра LF возрастала более значительно по сравнению с другими обследуемыми. В целом согласно данным BCP (составляющие HF, LF, VLF, SI) повышенная реакция симпатической нервной системы на ортостатическую пробу у пациентов 1-й группы была значительно менее выражена, чем у обследуемых 2-й группы и здоровых добровольцев. Это свидетельствует об ухудшении эрготропного обеспечения функционального состояния больных с левополушарным фокусом эпилептической активности после ортостатической пробы.

У пациентов с эпизодической мигренью с эпилептиформной активностью в фоновой записи ЭЭГ было обнаружено, что максимум мощности спектра сердечного ритма находится в диапазоне VLF, что свидетельствует о включении церебральных эрготропных систем и гуморально-метаболических механизмов регуляции сердечного ритма. Обнаружена тенденция к доминированию этого диапазона у 21% больных 1-й группы и у 72% пациентов 2-й группы в фоновой записи. Больные 2-й группы характеризовались преобладанием симпатических влияний на сердечную деятельность. Показатель SI у этих пациентов был значимо больше, чем у больных с левосторонней локализацией головной боли ( $p < 0,05$ ), а также превышал верхнюю границу соответствующих значений в группе контроля. Важно, что данный индекс у пациентов 2-й группы более выраженно ( $p < 0,01$ ) возрастал после ортостатической пробы.

С целью выявления корреляционных связей между ИЗА и показателями преобладающих влияний симпатической нервной системы использовали коэффици-

**Таблица 1.** Параметры спектральных составляющих ритма сердца у пациентов 1-й и 2-й групп и контрольной группы (ортостатическая проба по сравнению с фоном)

**Table 1.** Parameters of the heart rhythm spectral components in patients from Group 1 and Group 2 as well as from the control group (orthostatic test compared to baseline level)

| Показатели / Indicators | 1-я группа / Group 1 | 2-я группа / Group 2 | Группа контроля / Control group |
|-------------------------|----------------------|----------------------|---------------------------------|
| $\Delta HF$ , %         | $-2,9 \pm 0,5^*$     | $-22,9 \pm 1,7$      | $-18,5 \pm 1,3^{**}$            |
| $\Delta LF$ , %         | $+4,2 \pm 0,4^*$     | $+44,7 \pm 2,8$      | $+31,6 \pm 1,5^{**}$            |
| $\Delta VLF$ , %        | $-15,5 \pm 0,2^*$    | $-7,7 \pm 3,9$       | $-9,3 \pm 2,7^{**}$             |
| $\Delta SI$             | $+55,4 \pm 3,2^*$    | $+188,2 \pm 2,5$     | $+72,2 \pm 3,8^{**}$            |

Примечание. \*  $p < 0,05$  – статистически значимые различия между группами с левосторонней и правосторонней болью;

\*\*  $p < 0,05$  – статистически значимые различия между группой контроля и группой с правосторонней головной болью.

$\Delta HF$  (англ. high frequency) – изменение высокочастотного компонента;  $\Delta LF$  (англ. low frequency) – изменение

низкочастотного компонента;  $\Delta VLF$  (англ. very low frequency) – изменение очень низкочастотного компонента;

$\Delta SI$  (англ. stress index) – изменение индекса напряжения.

Note. \*  $p < 0,05$  – statistically significant differences between groups of patients with left- vs. right-sided headache;

\*\*  $p < 0,05$  – statistically significant differences between the control group and the group with right-sided headache.  $\Delta HF$  – change in high frequency component;  $\Delta LF$  – change in low frequency component;  $\Delta VLF$  – change in very low frequency component;

$\Delta SI$  – change in stress index.

ент ранговой корреляции Спирмена. У пациентов 1-й группы обнаружены статистически значимые отрицательные корреляционные связи между следующими параметрами: ИЭА и SI ( $r = -0,52$ ,  $p < 0,05$ ), ИЭА и отношение LF/HF ( $r = -0,59$ ,  $p < 0,05$ ). Следовательно, чем выше эпилептизация мозга при мигрени и выше риск развития эпилепсии при мигрени, тем более вероятно включение трофотропных механизмов регуляции сердечного ритма. Однако такая зависимость реализуется только при преобладании левосторонней мигренозной головной боли.

Одновременно обнаружено, что при увеличении тяжести мигрени усредненные показатели оценки боли (по данным визуальной оценки боли по аналоговой шкале и теста Мак-Гилла) значимо коррелировали с параметрами вариационной пульсометрии. В частности, выявлена положительная корреляционная связь между показателями симпатикотонии и значениями по шкалам оценки болевого синдрома ( $r = 0,57$ ).

Индекс LF/HF отражает степень кардиовегетативного дисбаланса и рассматривается как один из универсальных параметров оценки симпатикотонии [18]. При этом значение LF/HF более 2 у пациентов 2-й группы соотносилось с высоким риском более тяжелого течения мигрени по параметрам интенсивности болевого синдрома и продолжительности мигренозных пароксизмов.

## Анализ вызванных кожных симпатических потенциалов / Sympathetic skin response analysis

Анализ полученных результатов регистрации ВКСП показал статистически значимые отличия данных показателей в 1-й и 2-й группах пациентов с мигренью в сравнении с группой контроля ( $p < 0,05$ ). У больных 1-й группы отмечено возрастание показателя латент-

ного периода ( $p < 0,1$ ), а у пациентов 2-й группы – незначительное уменьшение этого показателя в фоновой записи в сравнении с группой контроля (табл. 2).

Обнаружено, что пациенты 1-й группы демонстрируют выраженное увеличение значения парасимпатической составляющей, а 2-й группы – тенденцию к росту этого показателя. У больных 2-й группы выявлено более выраженное на стороне локализации боли статистически значимое повышение симпатической составляющей ( $p < 0,05$ ). В то же время небольшое уменьшение параметра симпатической составляющей в 1-й группе демонстрирует увеличение трофотропных (парасимпатических) регуляторных влияний у этих пациентов.

Ортостатическая проба выявила различие в реакциях пациентов двух групп: у больных 2-й группы отмечено увеличение параметра симпатической составляющей в ВКСП по сравнению с пациентами 1-й группы ( $p < 0,05$ ). Показатель латентного периода значимо возрастал в 1-й группе ( $p < 0,05$ ), но уменьшался во 2-й группе ( $p < 0,01$ ). По данным М.М. Одинакова и др., значение показателя латентного периода также возрастает при парасимпатикотонии и уменьшается в случае симпатикотонии [19]. На основании этих и других данных можно сделать вывод, что в нашем исследовании были выявлены отличия в особенностях влияния надсегментарных отделов центральной нервной системы на преобладающее воздействие автономной нервной системы: трофотропное в 1-й группе и эрготропное во 2-й группе (см. табл. 2).

По результатам регистрации ВКСП симпатический ответ на ортостатическую пробу у пациентов 1-й группы был ниже соответствующего показателя не только во 2-й группе, но и у здоровых испытуемых. Это иллюстрирует ухудшение эрготропного обеспечения функционального состояния после ортостатической пробы.

**Таблица 2.** Средние показатели вызванных кожных симпатических потенциалов справа и слева в разных условиях регистрации у пациентов 1-й и 2-й групп и группы контроля**Table 2.** Mean values of right- and left-side sympathetic skin response in different recording conditions in patients of Group 1 and Group 2 as well as in the control group

| Пациенты / Patients             | Условия регистрации / Recording conditions | Сторона / Side | $P_{LP}$ , мс / $I_{LP}$ , ms | $C_{A1}$ , мВ / $C_{A1}$ , mV | $C_{A2}$ , мВ / $C_{A2}$ , mV |
|---------------------------------|--------------------------------------------|----------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 1-я группа / Group 1            | Фоновая запись / Baseline recording        | Слева / Left   | $1,90 \pm 0,07^*, **$         | $1,20 \pm 0,09^*, **$         | $3,30 \pm 0,09^*$             |
|                                 |                                            | Справа / Right | $2,10 \pm 0,10^*$             | $1,50 \pm 0,10^*, **$         | $3,20 \pm 0,07^*$             |
|                                 | Ортостатическая проба / Orthostatic test   | Слева / Left   | $2,40 \pm 0,06$               | $0,90 \pm 0,08$               | $2,72 \pm 0,09$               |
|                                 |                                            | Справа / Right | $2,30 \pm 0,08$               | $1,40 \pm 0,05$               | $2,78 \pm 0,07$               |
| 2-я группа / Group 2            | Фоновая запись / Baseline recording        | Слева / Left   | $1,42 \pm 0,04^{**}$          | $0,65 \pm 0,40$               | $4,10 \pm 0,30^{**}$          |
|                                 |                                            | Справа / Right | $1,59 \pm 0,08^{**}$          | $0,68 \pm 0,07$               | $5,20 \pm 0,30^{**}$          |
|                                 | Ортостатическая проба / Orthostatic test   | Слева / Left   | $1,22 \pm 0,09$               | $0,43 \pm 0,06$               | $4,60 \pm 0,09$               |
|                                 |                                            | Справа / Right | $1,12 \pm 0,01$               | $0,42 \pm 0,03$               | $5,51 \pm 0,02$               |
| Группа контроля / Control group | Фоновая запись / Baseline recording        | Слева / Left   | $1,75 \pm 0,05^{***}$         | $0,57 \pm 0,09^{***}$         | $3,56 \pm 0,03^{***}$         |
|                                 |                                            | Справа / Right | $1,68 \pm 0,04^{***}$         | $0,55 \pm 0,82^{***}$         | $3,45 \pm 0,21^{***}$         |
|                                 | Ортостатическая проба / Orthostatic test   | Слева / Left   | $1,71 \pm 0,20^{***}$         | $0,59 \pm 0,23^{***}$         | $3,72 \pm 0,10^{***}$         |
|                                 |                                            | Справа / Right | $1,69 \pm 0,10^{***}$         | $0,62 \pm 0,10^{***}$         | $3,83 \pm 0,30^{***}$         |

Примечание. \*  $p < 0,05$  – статистически значимые различия между 1-й и 2-й группами; \*\*  $p < 0,05$  – статистически значимые различия в фоновой записи и после ортостатической пробы; \*\*\*  $p < 0,05$  – статистически значимые различия группы контроля от 1-й и 2-й групп.  $P_{LP}$  – показатель латентного периода;  $C_{A1}$  – парасимпатическая составляющая;  $C_{A2}$  – симпатическая составляющая.

Note. \*  $p < 0.05$  – significant differences between Group 1 vs. Group 2; \*\*  $p < 0.05$  – significant differences between baseline recording vs. post-orthostatic test; \*\*\*  $p < 0.05$  – significant differences between control group vs. Group 1 and Group 2;  $I_{LP}$  – indicator of latent period;  $C_{A1}$  – parasympathetic component;  $C_{A2}$  – sympathetic component

Следует отметить, что у больных 2-й группы показатели, отражающие преобладание активности симпатической нервной системы, коррелировали с параметрами ВСР. В частности, у этих пациентов обнаружены положительные корреляционные связи между увеличением амплитуды симпатической составляющей и показателем SI ( $r=0,73$ ). Таким образом, с целью оценки физиологического состояния больных с мигренью необходимо определять не только показатели ВКСР и ВСР в фоне, но и ответные реакции на различные функциональные нагрузки.

У пациентов 1-й группы (левополушарная мигренозная головная боль) парасимпатическая нервная система участвует в реализации трофотропной функции [23], обеспечивающей синхронизацию биоэлектрической активности головного мозга, и тем самым способствует эпилептизации головного мозга и увеличению ИЭА [6, 23]. Действительно, такое преобладание ваготонии типично для пациентов с более тяжелым негативным прогнозом в динамике эпилепсии и больных с более выраженной генерализацией эпилептической активности [6]. Предположительно,

вследствие адаптационных процессов у таких пациентов возникает превалирование парасимпатических регуляторных влияний на сердечный ритм для сохранения максимальной защиты сердца и сосудов при эпилепсии с билатеральными тонико-клоническими приступами с фокальным дебютом [13, 18]. И напротив, по данным Y. Saleh et al. [16], эпилептическая активность, обнаруженная в правой верхней височной доле, может усиливать симпатический сердечный контроль через активацию таких мозговых структур, как островок и миндалина.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ / CONCLUSION

Таким образом, показатели ВСР в комплексе с результатами клинко-физиологической оценки функций автономной нервной системы являются надежными прогностическими индикаторами различного функционального состояния пациентов с лево- или правополушарной латерализацией мигренозной головной боли.

Эпилептические припадки приводят к метаболиче-

ским сдвигам в головном мозге и формированию взаимодействия внутримозговых систем на ином уровне. Так как в задачу исследования не входило изучение динамики эпилептического процесса, то в группы включали пациентов, у которых на фоне биоэлектрических факторов риска развития эпилепсии наблюдался только один эпилептический припадок. Данные электрофизиологических исследований и клинико-психофизиологические параметры показывают, что рост ИЭА (представленность на ЭЭГ острых волн, комплексов «острая – медленная волна», гиперсинхронной активности и т.д.) [24] и повышение порога судорожной готовности в результате провокационных проб отражают увеличение риска развития эпилепсии при мигрени, причем больше при левосторонней латерализации головной боли, чем при правосторонней.

Для различной латерализации боли при мигрени обнаружены характерные особенности. Так, вслед-

ствие усиления адаптационных процессов повышение активности парасимпатической нервной системы по данным variability сердечного ритма и ВКСП более выражено у пациентов с левосторонней локализацией головной боли. Больные с правополушарной латерализацией мигренозного пароксизма характеризуются активацией симпатической нервной системы (по показателям в фоновом состоянии и при нагрузке), большей интенсивностью мигренозного болевого синдрома и меньшей выраженностью эпилептиформной активности в ЭЭГ. У пациентов с левополушарным преобладанием мигренозной головной боли наблюдается тенденция к ваготонии: парасимпатическая нервная система, участвуя в реализации трофотропной функции, обеспечивает синхронизацию биоэлектрической активности головного мозга, способствуя его эпилептизации, и тем самым увеличивает риск развития эпилептического процесса.

## ЛИТЕРАТУРА:

- Cianchetti C., Avanzini G., Dainese F., et al. The complex interrelations between two paroxysmal disorders: headache and epilepsy. *Neurol Sci.* 2017; 38 (6): 941–8. <https://doi.org/10.1007/s10072-017-2926-5>.
- Duko B., Ayalew M., Toma A. The epidemiology of headaches among patients with epilepsy: a systematic review and meta-analysis. *J Headache Pain.* 2020; 21 (1): 3. <https://doi.org/10.1186/s10194-020-1074-0>.
- Азимова Ю.А., Табеева Г.Р. Мигрень и эпилепсия. *Эпилепсия и пароксизмальные состояния.* 2009; 1 (1): 21–5.
- Silberstein S.D., Lipton R.B., Goatsby P.J. Headache in clinical practice. London: Martin Dunitz; 2002.
- Карлов В.А., Иноземцева О.С. К проблеме взаимоотношения мигрени и эпилепсии (анализ случая). *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова.* 2012; 112 (6-2): 89–91.
- Карлов В.А., Жидкова И.А., Карахан Г.В., Селицкий Г.В. Префронтальная эпилепсия. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова.* 1997; 97 (7): 8–12.
- Björk M., Sand T. Quantitative EEG power and asymmetry increase 36 h before a migraine attack. *Cephalalgia.* 2008; 28 (9): 960–8. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2982.2008.01638.x>.
- Сорокина Н.Д., Селицкий Г.В., Жердева А.С. Нейробиологические аспекты эффективности биоуправления в терапии мигрени при эпилепсии. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова.* 2016; 116 (12): 39–43. <https://doi.org/10.17116/jnevro201611612139-43>.
- Вейн А.М. (ред.) Вегетативные расстройства: клиника, диагностика, лечение. М.: МИА; 2003.
- Vogt B.A. Midcingulate cortex: structure, connections, homologues, functions and diseases. *J Chem Neuroanat.* 2016; 74: 28–46. <https://doi.org/10.1016/j.jchemneu.2016.01.010>.
- Wei L., Chen H., Wu G.R. Heart rate variability associated with grey matter volumes in striatal and limbic structures of the central autonomic network. *Brain Res.* 2018; 1681 (15): 14–20. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2017.12.024>.
- Фокин В.Ф. Динамическая функциональная асимметрия как отражение функциональных состояний. *Асимметрия.* 2007; 1: 4–9.
- Сорокина Н.Д., Селицкий Г.В., Ильина Е.С., Жердева А.С. Межполушарная асимметрия биоэлектрической активности головного мозга и особенности регуляции сердечного ритма у пациентов с мигренью и эпилепсией. *Асимметрия.* 2018; 12 (1): 42–54. <https://doi.org/10.18454/ASY.2018.1.11859>.
- Opherk C., Coromilas J., Hirsch L.J. Heart rate and EKG changes in 102 seizures: analysis of influencing factor. *Epilepsy Res.* 2002; 52 (2): 117–27. [https://doi.org/10.1016/s0920-1211\(02\)00215-2](https://doi.org/10.1016/s0920-1211(02)00215-2).
- Шпрах В.В., Синьков А.В., Синькова Г.М. Церебральные нарушения ритма и проводимости сердца у больных эпилепсией. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова.* 2000; 100 (9): 16–20.
- Saleh Y., Kirchner A., Pauli E., et al. Temporal lobe epilepsy: effect of focus side on the autonomic regulation of heart rate? *Nervenarzt.* 2000; 71 (6): 477–80 (in German). <https://doi.org/10.1007/s001150050610>.
- Баевский Р.М., Иванов Г.Г. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения. *Ультразвуковая и функциональная диагностика.* 2001; 3: 108–27.
- Сорокина Н.Д., Селицкий Г.В., Цагашек А.В., Жердева А.С. Оценка нейрофизиологических параметров и тонуса автономной нервной системы у пациентов с мигренью при эпилепсии. *Эпилепсия и пароксизмальные состояния.* 2018; 10 (2): 26–34. <https://doi.org/10.17749/2077-8333.2018.10.2.026-034>.
- Одинак М.М., Шустов Е.Б., Коломенцев С.В. Методология инструментального изучения вегетативной нервной системы в норме и патологии. *Вестник Российской военно-медицинской академии.* 2012; 38 (3): 145–52.
- Сорокина Н.Д., Селицкий Г.В., Теременица Е.С. Нейрофизиологические аспекты болевых синдромов челюстно-лицевой области. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова.* 2014; 114 (4): 105–10.
- Кременчугская М.Р., Окнин В.Ю., Соколов П.Л. Биоэлектрическая активность головного мозга при пароксизмальных и хронических формах первичных головных болей. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова.* 2003; 103 (10): 38–42.
- Осипова В.В., Корешкина М.И. Роль дополнительных методов исследования в диагностике первичных и вторичных форм головной боли. *Неврологический журнал.* 2013; 18 (1): 4–9.
- Карлов В.А. Эпилепсия у детей и взрослых женщин и мужчин. Руководство для врачей. 2-е изд. М.: БИНОМ; 2019: 896 с.
- Pillai J., Sperling M.R. Interictal EEG and the diagnosis of epilepsy. *Epilepsia.* 2006; 47 (Suppl. 1): 14–22. <https://doi.org/10.1111/j.1528-1167.2006.00654.x>.

## REFERENCES:

- Cianchetti C., Avanzini G., Dainese F., et al. The complex interrelations between two paroxysmal disorders: headache and epilepsy. *Neural Sci.* 2017; 38 (6): 941–8. <https://doi.org/10.1007/s10072-017-2926-5>.
- Duko B., Ayalew M., Toma A. The epidemiology of headaches among patients with epilepsy: a systematic review and meta-analysis. *J Headache Pain.* 2020; 21 (1): 3. <https://doi.org/10.1186/s10194-020-1074-0>.
- Azimova Yu.E., Tabeeva G.R. Migraine and epilepsy. *Epilepsia i paroksizmal'nye sostoania / Epilepsy and Paroxysmal Conditions.* 2009; 1 (1): 21–5 (in Russ.).
- Silberstein S.D., Lipton R.B., Goatsby P.J. Headache in clinical practice. London: Martin Dunitz; 2002.
- Karlov V.A., Inozemtseva O.S. On the problem of the relationship between migraine and epilepsy (case analysis). *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry.* 2012; 112 (6-2): 89–91 (in Russ.).
- Karlov V.A., Zhidkova I.A., Karakhan G.V., Selitskiy G.V. Prefrontal epilepsy. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry.* 1997; 97 (7): 8–12 (in Russ.).
- Björk M., Sand T. Quantitative EEG power and asymmetry increase 36 h before a migraine attack. *Cephalgia.* 2008; 28 (9): 960–8. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2982.2008.01638.x>.
- Sorokina N.D., Selitskiy G.V., Zherdeva A.S. Neurobiological perspectives of biofeedback-therapy efficiency of migraine in patients with epilepsy. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry.* 2016; 116 (12): 39–43 (in Russ.). <https://doi.org/10.17116/jnevro201611612139-43>.
- Veyn A.M. (Ed.) Vegetative disorders: clinic, diagnosis, treatment. Moscow: MIA; 2003 (in Russ.).
- Vogt B.A. Midcingulate cortex: structure, connections, homologies, functions and diseases. *J Chem Neuroanat.* 2016; 74: 28–46. <https://doi.org/10.1016/j.jchemneu.2016.01.010>.
- Wei L., Chen H., Wu G.R. Heart rate variability associated with grey matter volumes in striatal and limbic structures of the central autonomic network. *Brain Res.* 2018; 1681 (15): 14–20. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2017.12.024>.
- Fokin V.F. Dynamic functional asymmetry as a reflection of functional conditions. *Assimetriya / Asymmetry.* 2007; 1: 4–9 (in Russ.).
- Sorokina N.D., Selitskiy G.V., Il'ina E.S., Zherdeva A.S. Interhemispheric asymmetry of the bioelectric activity of the brain and peculiarities of regulation of cardiac rhythm in patients with migraine and epilepsy. *Assimetriya / Asymmetry.* 2018; 12 (1): 42–54 (in Russ.). <https://doi.org/10.18454/ASY.2018.1.11859>.
- Opherk C., Coromilas J., Hirsch L.J. Heart rate and EKG changes in 102 seizures: analysis of influencing factor. *Epilepsy Res.* 2002; 52 (2): 117–27. [https://doi.org/10.1016/s0920-1211\(02\)00215-2](https://doi.org/10.1016/s0920-1211(02)00215-2).
- Shprakh V.V., Sinkov A.V., Sinkova G.M. Cerebrogenic disorders of rhythm and conduction of the heart in patients with epilepsy. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry.* 2000; 100 (9): 16–20 (in Russ.).
- Saleh Y., Kirchner A., Pauli E., et al. Temporal lobe epilepsy: effect of focus side on the autonomic regulation of heart rate? *Nervenarzt.* 2000; 71 (6): 477–80 (in German). <https://doi.org/10.1007/s001150050610>.
- Bayevsky R.N., Ivanov G.G. Cardiac rhythm variability: the theoretical aspects and the opportunities of clinical application (lecture). *Ultrasound and Functional Diagnostics.* 2001; 3: 108–27 (in Russ.).
- Sorokina N.D., Selitskiy G.V., Tsagashek A.V., Zherdeva A.S. Neurophysiological parameters and the tone of the autonomic nervous system in patients with migraine and epilepsy. *Epilepsia i paroksizmal'nye sostoania / Epilepsy and Paroxysmal Conditions.* 2018; 10 (2): 26–34 (in Russ.). <https://doi.org/10.17749/2077-8333.2018.10.2.026-034>.
- Odinak M.M., Shustov E.B., Kolomencev S.V. Methodology instrumental study of the autonomic nervous system in norm and pathology. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy.* 2012; 38 (3): 145–52 (in Russ.).
- Sorokina N.D., Selitskiy G.V., Terementseva E.S. Neurophysiological aspects of maxillofacial pain. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry.* 2014; 114 (4): 105–10 (in Russ.).
- Kremenchugskaya M.R., Oknin V.Yu., Sokolov P.L. Bioelectric brain activity in paroxysmal and chronic forms of primary headaches. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry.* 2003; 103 (10): 38–42 (in Russ.).
- Osipova V.V., Koshchikina M.I. Significance additional diagnostic tests in primarily and secondary headaches. *The Neurological Journal.* 2013; 18 (1): 4–9 (in Russ.).
- Karlov V.A. Epilepsy in children and adult women and men. A guide for doctors. 2nd ed. Moscow: BINOM; 2019: 896 p. (in Russ.).
- Pillai J., Sperling M.R. Interictal EEG and the diagnosis of epilepsy. *Epilepsia.* 2006; 47 (Suppl. 1): 14–22. <https://doi.org/10.1111/j.1528-1167.2006.00654.x>.

## Сведения об авторах

**Сорокина Наталия Дмитриевна** – д.б.н., профессор кафедры нормальной физиологии и медицинской физики лечебного факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Минздрава России (Москва, Россия). ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5709-1041>; WoS ResearcherID: Q-8937-2018; РИНЦ SPIN-код: 6820-6477. E-mail: sonata5577@mail.ru.

**Цагашек Андрей Вадимович** – соискатель кафедры нервных болезней лечебного факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Минздрава России, врач анестезиолог-реаниматолог ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С.И. Спасокукоцкого» ДЗМ (Москва, Россия). ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0370-4057>; РИНЦ SPIN-код: 9519-6291.

**Перцов Сергей Сергеевич** – д.м.н., чл.-корр. РАН, профессор, заведующий кафедрой нормальной физиологии и медицинской физики лечебного факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Минздрава России, заместитель директора по научной работе, заведующий лабораторией системных механизмов эмоционального стресса ФГБНУ «Научно-исследовательский институт нормальной физиологии им. П.К. Анохина» (Москва, Россия). ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5530-4990>; WoS ResearcherID: A-6697-2017; РИНЦ SPIN-код: 3876-0513.

**Селицкий Геннадий Вацлавович** – д.м.н., профессор кафедры нервных болезней лечебного факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Минздрава России (Москва, Россия). ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0642-4739>; WoS ResearcherID: Q-8986-2018; РИНЦ SPIN-код: 2173-9401.

**Жердева Арина Сергеевна** – студентка 6-го курса, лаборант кафедры нормальной физиологии и медицинской физики лечебного факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Минздрава России (Москва, Россия); ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7531-1001>; РИНЦ SPIN-код: 9120-0283.

### About the authors:

*Natalia D. Sorokina* – Dr. Biol. Sc., Professor, Chair of Normal Physiology and Medical Physics, Faculty of Medicine, Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry (Moscow, Russia). ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5709-1041>; WoS ResearcherID: Q-8937-2018; RSCI SPIN-code: 6820-6477. E-mail: [sonata5577@mail.ru](mailto:sonata5577@mail.ru).

*Andrey V. Tsagashek* – Candidate of Chair of Nervous Diseases, Faculty of Medicine, Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry; Anesthesiologist-Resuscitator, Spasokukotskiy City Clinical Hospital (Moscow, Russia). ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0370-4057>; RSCI SPIN-code: 9519-6291.

*Sergey S. Pertsov* – Dr. Med. Sc., Corresponding Member of RAS, Professor, Chief of Chair of Normal Physiology and Medical Physics, Faculty of Medicine, Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry; Deputy Director for Scientific Work, Head of Laboratory of Systemic Mechanisms of Emotional Stress, Anokhin Research Institute of Normal Physiology (Moscow, Russia). ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5530-4990>; WoS ResearcherID: A-6697-2017; RSCI SPIN-code: 3876-0513.

*Gennady V. Selitsky* – Dr. Med. Sc., Professor, Chair of Nervous Diseases, Faculty of Medicine, Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry (Moscow, Russia). ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0642-4739>; WoS ResearcherID: Q-8986-2018; RSCI SPIN-code: 2173-9401.

*Arina S. Zherdeva* – 6<sup>th</sup>-year Student, Laboratory Assistant, Chair of Normal Physiology and Medical Physics, Faculty of Medicine, Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry (Moscow, Russia); ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7531-1001>; RSCI SPIN-code: 9120-0283.