

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

ЭПИЛЕПСИЯ и пароксизмальные состояния

2021 Том 13 №2



EPILEPSY AND PAROXYSMAL CONDITIONS

2020 Vol. 13 №2

www.epilepsia.su

Данная интернет-версия статьи была скачана с сайта 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.

<https://doi.org/10.17749/2077-8333/epi.par.con.2021.055>ISSN 2077-8333 (print)
ISSN 2311-4088 (online)

Брешь-ритм

Миронов М.Б.¹, Бурд С.Г.^{1,2}, Кукина Н.В.¹, Рублева Ю.В.¹,
Кордонская О.О.¹, Сенько И.В.¹, Юрченко А.В.¹, Богомазова М.А.¹,
Таирова Р.Т.¹, Джабраилова Х.А.³

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный центр мозга и нейротехнологий» Федерального медико-биологического агентства России (ул. Островитянова, д. 1, стр. 10, Москва 117997, Россия)

² Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ул. Островитянова, д. 1, стр. 10, Москва 117997, Россия)

³ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ул. Трубецкая, д. 8/2, Москва 119991, Россия)

Для контактов: Миронов Михаил Борисович, e-mail: mironovmb@mail.ru

РЕЗЮМЕ

Электроэнцефалография (ЭЭГ) является одним из основных неинвазивных методов исследования активности головного мозга. Краниальные дефекты, вызванные травмой или хирургическим вмешательством, могут привести к возникновению на ЭЭГ такого артефакта, как брешь-ритм (breach-rhythm). В статье представлены дефиниции брешь-ритма, его патофизиологические особенности, принципы дифференциальной диагностики с эпилептиформной активностью, а также наше собственное клиническое наблюдение пациентки с эпилепсией и брешь-ритмом.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Видео-ЭЭГ-мониторинг, брешь-ритм, артефакты электроэнцефалографии, эпилепсия, лечение эпилепсии, менингиома.

Статья поступила: 27.01.2021 г.; принята к печати: 20.04.2021 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

Миронов М.Б., Бурд С.Г., Кукина Н.В., Рублева Ю.В., Кордонская О.О., Сенько И.В., Юрченко А.В., Богомазова М.А., Таирова Р.Т., Джабраилова Х.А. Брешь-ритм. *Эпилепсия и пароксизмальные состояния*. 2021; 13 (2): 140–146. <https://doi.org/10.17749/2077-8333/epi.par.con.2021.055>

Breach-rhythm

Mironov M.B.¹, Burd S.G.^{1,2}, Kukina N.V.¹, Rubleva Yu.V.¹, Kordonskaya O.O.¹, Senko I.V.¹, Yurchenko A.V.¹, Bogomazova M.A.¹, Tairova R.T.¹, Dzhabrailova Kh.A.³

¹ Federal Center of Brain and Neurotechnologies, Federal Medical and Biological Agency of Russia (1 bld. 10 Ostrovityanov Str., Moscow 117997, Russia)

² Pirogov Russian National Research Medical University (1 bld. 10 Ostrovityanov Str., Moscow 117997, Russia)

³ Sechenov University (8/2 Trubetskaya Str., Moscow 119991, Russia)

Corresponding author: Mikhail B. Mironov, e-mail: mironovmb@mail.ru

SUMMARY

Electroencephalography (EEG) is one of the main non-invasive methods for examining brain activity. Cranial defects caused by trauma or surgery can lead to artifacts on the EEG such as breach-rhythm. In this article we provide a literature-based definition, pathophysiological features of the breach-rhythm, differential diagnosis between breach-rhythm and epileptiform activity, as well as our own clinical case of a patient with epilepsy and breach-rhythm.

KEYWORDS

Video-EEG monitoring, breach-rhythm, electroencephalography artifacts, epilepsy, epilepsy treatment, meningioma.

Received: 27.01.2021; **accepted:** 20.04.2021

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interest regarding this publication.

Authors' contribution

All authors contributed equally to this article.

For citation

Mironov M.B., Burd S.G., Kukina N.V., Rubleva Yu.V., Kordonskaya O.O., Senko I.V., Yurchenko A.V., Bogomazova M.A., Tairova R.T., Dzhabrailova Kh.A. Breach-rhythm. *Epilepsia i paroksizmal'nye sostoania / Epilepsy and Paroxysmal Conditions*. 2021; 13 (2): 140–146 (in Russ.). <https://doi.org/10.17749/2077-8333/epi.par.con.2021.055>

ВВЕДЕНИЕ/INTRODUCTION

Электроэнцефалография (ЭЭГ) в настоящее время является одним из основных неинвазивных методов исследования активности головного мозга, связанным с регистрацией его биоэлектрических потенциалов [1]. Умение различать нормальную и патологическую активность на ЭЭГ, идентифицировать эпилептиформные изменения лежит в основе постановки верного диагноза и достижения положительных результатов лечения пациентов. Интерпретацию ЭЭГ затрудняет существование множества разнообразных нефизиологических и физиологических артефактов, а также доброкачественных ЭЭГ-феноменов, которые могут ошибочно толковаться как патологическая, в том числе эпилептиформная, активность.

Краниальные дефекты, вызванные травмой или хирургическим вмешательством, могут привести к возникновению на ЭЭГ брешь-ритма (breach-rhythm) – артефакта, представляющего собой региональное увеличение амплитудной активности альфа-, бета- и мю-ритмов, развивающееся вблизи костных дефектов черепа [2, 3]. Впервые данный феномен был описан в 1979 г. W.A. Cobb et al., которые проанализировали ЭЭГ 33 пациентов с дефектами черепа и отметили увеличение амплитуды волн вблизи области с дефектом. Некоторые волны по своей структуре напоминали спайки, однако, по мнению авторов, не имели отношения к эпилептиформной активности [4].

Патофизиологическое объяснение возникновения брешь-ритма заключается в том, что при регистрации на ЭЭГ биоэлектрической активности головного мозга костная ткань оказывает значительное электрическое сопротивление. В связи с этим данный метод исследования чувствителен к изменению электрической проводимости тканей головы¹. Вследствие костного дефекта сопротивление между корой больших полушарий и электродами в этой области уменьшается, что приводит к появлению на ЭЭГ высокоамплитудных волн.

В ряде клинических наблюдений описано возникновение брешь-ритма, связанного не с травматическим или оперативным повреждением черепа, а с костными дефектами, вызванными злокачественными опухолями. K. Radhakrishnan et al. описали появление брешь-ритма на фоне метастатического поражения правой теменной области, вызванного аденокарциномой молочной железы [5]. Исследователи из Университетского медицинского центра в Нидерландах по данным ЭЭГ зафиксировали увеличение амплитуды и частоты колебаний, расцененное как брешь-ритм, в центральных областях у пациента, имеющего в анамнезе единичный метастаз в теменной доле на фоне миеломной болезни и прошедшего курс лучевой терапии [6].

Несмотря на то что большинство авторов связывают брешь-ритм не с патологией мозга, а с костным повреждением, имеются данные, позволяющие предположить, что механизм его возникновения сложнее, чем просто уменьшение подэлектродного

¹ Бразовский К.С. Методы и технические средства оценки функционального состояния головного мозга человека на основе электрических измерений. Дис. ... д-ра техн. наук. Томск; 2015.

импеданса над дефектом кости. С. Kampf et al. сообщают о появлении брешь-ритма у пациента с астроцитомой, а также его исчезновении и переходе в медленноволновую активность при прогрессировании опухолевого процесса. Авторы делают предположение, что изменения на ЭЭГ, а именно исчезновение брешь-ритма, можно рассматривать как признак рецидивирования опухолевой активности [7].

В настоящее время брешь-ритм считается не патологическим феноменом, а физиологическим артефактом. Регистрация на ЭЭГ брешь-ритма и отсутствие у пациента эпилептических приступов не требует назначения противосудорожной терапии [8]. Несмотря на то что брешь-ритм не имеет отношения к эпилептиформной активности, он может имитировать ее, что затрудняет интерпретацию результатов ЭЭГ [3]. Особую сложность представляют случаи, когда регистрируется не череда волн, а одиночные волны. Также возникает трудность и в выявлении истинной эпилептиформной активности в области, где регистрируется брешь-ритм. Указанные особенности могут приводить как к гиподиагностике, так и к гипердиагностике эпилепсии, что может существенно повлиять на тактику ведения пациента и результаты лечения. Некоторые авторы, описывая характерные особенности брешь-ритма для дифференциальной диагностики с эпилепсией, отмечают отсутствие последующей медленноволновой активности, а также распространения на другие области [9].

С. Lyudmilov et al. приходят к выводу, что появление брешь-ритма может служить показателем эффективности противосудорожной терапии. Они описывают клинический случай пациентки, поступившей в отделение неотложной помощи с эпилептическим статусом через 14 мес после краниотомии. Даже после купирования приступов на ЭЭГ сохранялась эпилептиформная активность. На фоне терапии леветирацетамом эпилептиформная активность на ЭЭГ регрессировала, и был зарегистрирован брешь-ритм [10].

В связи с редкостью публикаций клинических наблюдений пациентов с эпилепсией и брешь-ритмом в отечественной литературе представим наш клинический случай.

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ / CASE REPORT

Пациентка Р., 67 лет, находилась на лечении в нейрохирургическом отделении ФГБУ «ФЦМН» ФМБА России и была консультирована эпилептологом по поводу жалоб на приступы судорожных подергиваний в правых конечностях.

Анамнез / Anamnesis

Росла и развивалась без особенностей. Перенесла детские инфекции без осложнений. Наследственный анамнез по эпилепсии неотягощен. Страдает гипертонической болезнью с максимальными подъемами

артериального давления до 200/100 мм рт. ст., регулярно принимает гипотензивную терапию. Также в анамнезе оперативное лечение по поводу рака правой молочной железы в 2009 г. с курсом химиотерапии и лучевой терапии.

Считает себя больной с 1998 г., когда впервые в жизни развился билатеральный судорожный приступ с постиктальным левосторонним гемипарезом. Обратилась за медицинской помощью, при обследовании выявлена менингиома правой теменной области, в 2003 г. оперирована. При динамическом наблюдении отмечался продолженный рост менингиомы в правой теменной области. В 2008 г. вновь выполнено оперативное лечение, а также пластика послеоперационного дефекта черепа титановой пластиной. В 2015 г. повторно оперирована в связи с отторжением трансплантата. В 2017 г. – повторное микрохирургическое удаление менингиомы в правой лобно-теменно-височной области. Противосудорожная терапия не назначалась, приступы не повторялись. На предоставленной рутинной ЭЭГ от 2009 г. – региональная эпилептиформная активность в правой лобно-центральной области в виде единичных разрядов комплексов «острая – медленная волна» амплитудой до 150 мкВ.

В 2020 г. у пациентки стали возникать фокальные клонические приступы в правой ноге, сопровождающиеся остановкой речи, иногда с переходом на правую руку, без потери сознания. Амбулаторно назначался карбамазепин в дозировке 200 мг 2 раза в день. Однако в связи с плохой переносимостью (сонливостью, головокружением) пациентка самостоятельно снизила дозу до 200 мг вечером, на фоне чего приступы сохранялись.

Неврологический статус при поступлении / Neurological status at admission

В неврологическом статусе у больной был выявлен правосторонний гемипарез со снижением мышечной силы до 4 баллов, повышение мышечного тонуса по спастическому типу в правых конечностях.

Магнитно-резонансная томография / Magnetic resonance imaging

При дообследовании на магнитно-резонансной томографии головного мозга выявлена распространенная менингиома левой лобной области с облитерацией верхнего сагиттального синуса и отеком вещества левого полушария головного мозга, рецидив менингиомы правой лобно-теменной области (зона костно-трепанационного дефекта с выраженными глиозными изменениями прилежащего вещества мозга). Объемное образование правой половины задней черепной ямки с экстракраниальным компонентом. Небольшая постинфарктная кортикальная зона в левой затылочной доле.

Операция / Surgery

Пациентка была госпитализирована в нейрохирургическое отделение ФГБУ «ФЦМН» ФМБА России. Выполнено оперативное вмешательство: костно-пластическая трепанация черепа в левой лобно-теменной области, микрохирургическое удаление парасagitтальной менингиомы передней и средней третей верхнего сагиттального синуса слева под нейронавигационным и нейрофизиологическим контролем.

В период пребывания в нейрохирургическом отделении у больной развился фокальный клонический приступ в правых конечностях.

Контрольная компьютерная томография / Control computed tomography

По данным выполненной контрольной компьютерной томографии с контрастным усилением выявлены умеренная послеоперационная пневмоцефалия в левой лобно-теменной области, признаки частичной резекции верхнего сагиттального синуса в области удаленной менингиомы. Изменения в правой лобно-теменной области, образование в правой лобно-теменной области, образование задней черепной ямки, очаг в левой затылочной доле – без динамики (рис. 1).

Неврологический статус после операции / Neurological status after surgery

В неврологическом статусе в послеоперационном периоде: правосторонний парез с нарастанием его выраженности в ноге до 3 баллов.

Видео-ЭЭГ-мониторинг / Video-EEG monitoring

Пациентке был назначен дневной 4-часовой видео-ЭЭГ-мониторинг с включением сна, на котором в состоянии бодрствования и во сне в правой центральной области с периодическим распространением на правую лобную и теменную области регистрировалась продолжительная активность, представленная сгруппированными острыми волнами, полиспайками амплитудой до 100 мкВ. С учетом анамнестических и анатомических данных эти изменения были расценены как неэпилептиформные: они имеют артефактный характер и рассматриваются в рамках брешь-ритма (рис. 2, а). Также во сне на фоне брешь-ритма была зарегистрирована региональная эпилептиформная активность в правой лобно-центральной области в виде комплексов «острая – медленная волна» амплитудой до 110 мкВ (рис. 2, б).

Диагноз и терапия / Diagnosis and therapy

По результатам мониторинга пациентке был выставлен диагноз «структурная фокальная эпилепсия». Была скорректирована противоэпилептическая терапия: назначен левитирацетам (1000 мг в сутки) с постепенной отменой карбамазепина. За время на-

блюдения в стационаре после коррекции противосудорожной терапии приступов не наблюдалось.

ОБСУЖДЕНИЕ / DISCUSSION

Описанный случай, по нашему мнению, представляет интерес по нескольким причинам. Представлена ситуация, при которой с возрастом формируется мультифокальная эпилепсия: возникновение двух первичных независимых эпилептических очагов с диссеминацией их во времени и пространстве, связанных с независимыми структурными повреждениями головного мозга. В литературе указанная особенность описана в рамках двойной патологии (double pathology). При этом в нашем случае правосторонний фокус клинически проявился лишь единственным билатеральным тонико-клоническим приступом с левосторонним парезом Тодда, но на ЭЭГ в настоящее время и ранее отражался региональной эпилептиформной активностью, даже с учетом хирургического удаления менингиом в этом регионе и длительной ремиссии. В то же время левосторонний фокус реализовывался в виде правосторонних фокальных клонических приступов, но после оперативного лечения не отмечено появления эпилептиформной активности на ЭЭГ в зоне параменингеальных структур головного мозга в данной области. Следует отметить, что с учетом выявленных при нейровизуализации новых растущих менингиом возможно возникновение иных независимых эпилептогенных очагов.

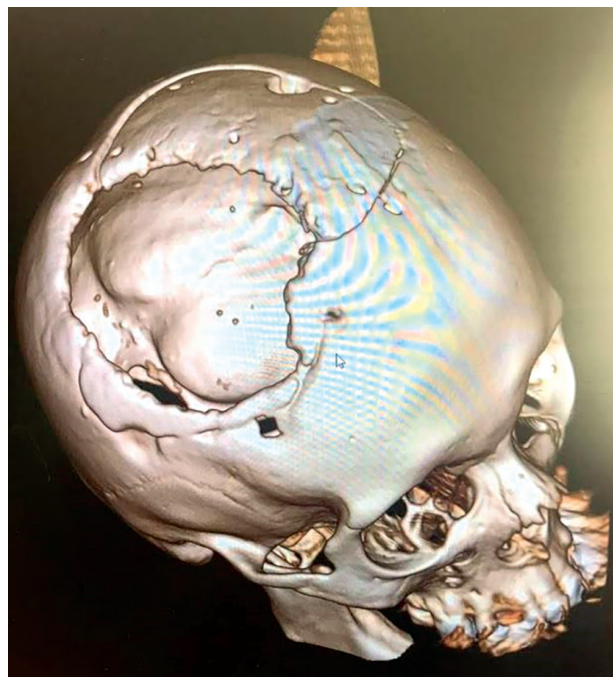


Рисунок 1. Компьютерная томограмма головного мозга в послеоперационном периоде (3D-реконструкция)

Figure 1. Postoperative brain computed tomography with 3D reconstruction

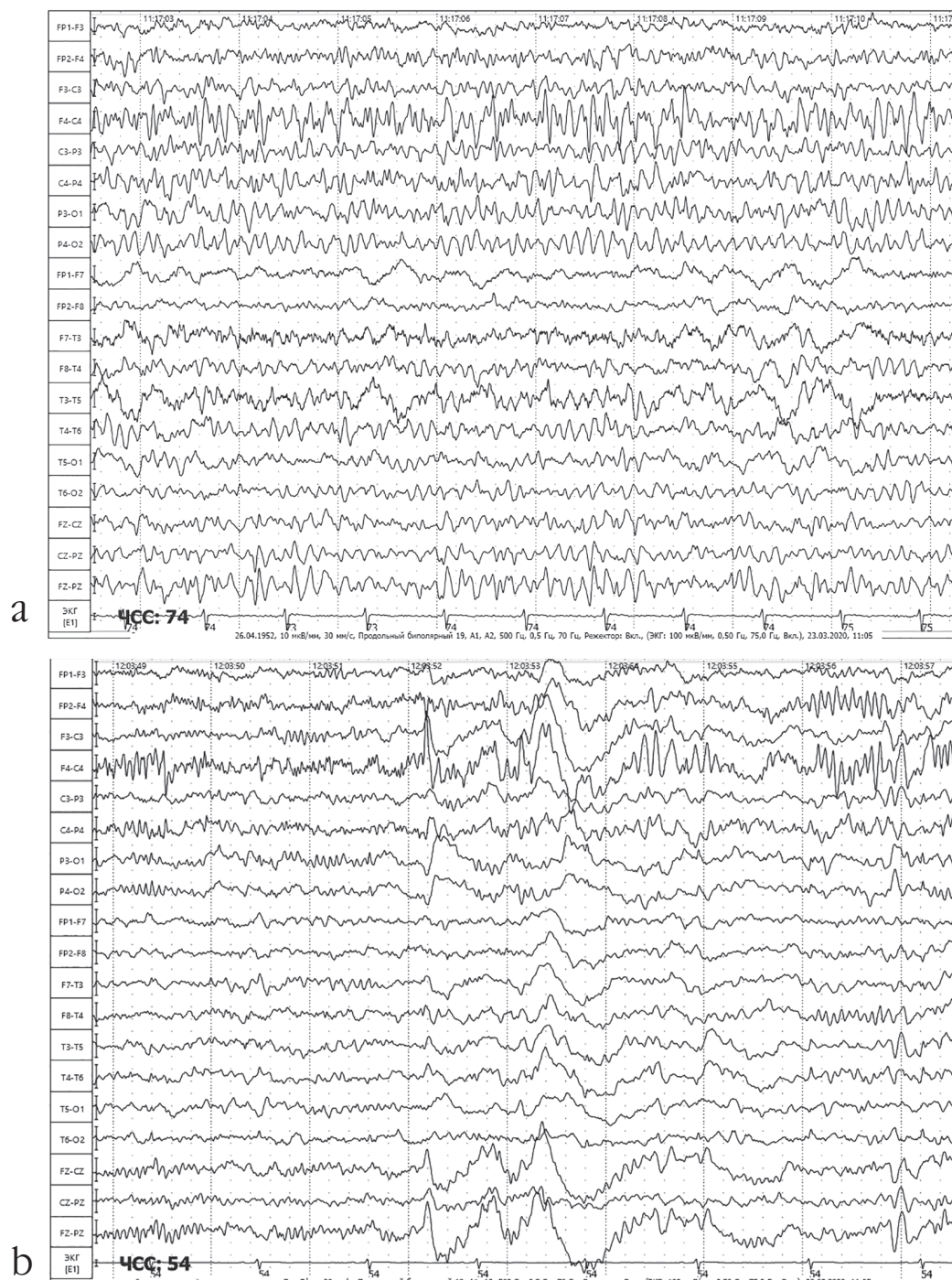


Рисунок 2. Данные видео-ЭЭГ-мониторинга:

a – в период бодрствования в правой центральной области с периодическим распространением на правую лобную и теменную области регистрируется продолженная активность, представленная сгруппированными острыми волнами, полиспайками амплитудой до 100 мкВ, расцененная как брешь-ритм;

b – в период сна на фоне брешь-ритма регистрируется региональная эпилептиформная активность в правой лобно-центральной области в виде комплексов «острая – медленная волна» амплитудой до 110 мкВ

Figure 2. Video-EEG monitoring data:

a – during the waking period, in the right central region, with periodic spreading to the right frontal and parietal regions, continued activity is recorded represented by grouped sharp waves, polyspikes with an amplitude of up to 100 μ V, regarded as a breach-rhythm;

b – during sleep, in breach-rhythm regional epileptiform activity is recorded in the right frontal-central region in the form of spike-and-wave complexes with an amplitude of up to 110 μ V

Также данное клиническое наблюдение иллюстрирует сложность контроля эффективности противоэpileптической терапии (включая и нейрохирургическое лечение) у пациентов со структурной фокальной эпилепсией и костными дефектами черепа. Истинная эпилептиформная активность в данном случае маскировалась за высокоамплитудными спайками, полиспайками и острыми волнами, обусловленными брешь-эффектом. Подсчитать индекс эпилептиформной активности в данной ситуации затруднительно в связи со сложностью ее дифференциации с брешь-артефактами. При анализе результатов видео-ЭЭГ-мониторинга окончательное решение о наличии региональной эпилептиформной активности в правой лобно-центральной области было принято с учетом анамнестических данных (наличие в анамнезе левостороннего гемипареза Тодда, возникшего после билатерального тонико-клонического приступа), а также изменений на предыдущей рутинной ЭЭГ.

Наше наблюдение показывает, что наличие брешь-ритма делает более сложной интерпретацию ЭЭГ-картины у пациентов, оперированных по поводу фармакорезистентных форм эпилепсии. Даже в случае полного удаления эпилептического очага на ЭЭГ могут регистрироваться графоэлементы в виде высокоамплитудных острых волн, имитирующих эпилептиформную активность, но связанных с брешь-эффектом. При этом зачастую при структурном повреждении тканей головного мозга на ЭЭГ регистрируется периодическое или продолженное региональное замедление. В итоге артефактный брешь-

ритм может накладываться на «истинные» медленные волны, имитируя комплексы «спайк-волна» или «острая – медленная волна».

В случае, если специалист функциональной диагностики не будет иметь полного представления о данном феномене, указанные изменения могут ошибочно трактоваться как эпилептиформные, что будет ставить под сомнение успешность оперативного вмешательства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ / CONCLUSION

При постановке диагноза эпилепсии особое внимание следует уделять корректной трактовке результатов представленных электроэнцефалографических обследований, так как в настоящее время заключение ЭЭГ, в особенности видео-ЭЭГ-мониторинга, играет ключевую роль в дифференциальной диагностике эпилепсии и пароксизмов неэпилептического генеза. Для исключения неправильной интерпретации ЭЭГ специалистам необходимо подробно уточнять анамнез пациента, в том числе в отношении травм головы и хирургического лечения области черепа.

Требуется более детальное изучение и классификация островолновых паттернов на ЭЭГ, включая физиологические феномены (гипногическая гиперсинхронизация, лямбда-волны, вертекс-потенциалы и др.), а также изменения артефактной природы (миографические, кардиологические артефакты, брешь-ритм и др.).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Карлов В.А. Эпилепсия у детей и взрослых женщин и мужчин. Руководство для врачей. 2-е изд. М.: БИНОМ; 2019: 84.
2. Татум У.О., Хусейн А.М., Банбадис С.Р., Каплан П.В. Клиническая интерпретация электроэнцефалографии. М.: БИНОМ; 2020: 31.
3. Brigo F., Cicero R., Fiaschi A., Bongiovanni L.G. The breach rhythm. *Clin Neurophysiol.* 2011; 122 (11): 2116–20. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2011.07.024>.
4. Cobb W.A., Guiloff R.J., Cast J. Breach rhythm: the EEG related to skull defects. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1979; 47 (3): 251–71. [https://doi.org/10.1016/0013-4694\(79\)90278-5](https://doi.org/10.1016/0013-4694(79)90278-5).
5. Radhakrishnan K., Silbert P.L., Klass D.W. Breach activity related to an osteolytic skull metastasis. *Am J EEG Technol.* 1994; 34: 1–5. <https://doi.org/10.1080/00029238.1994.11080466>.
6. vanDoorn J., Cherian P.J. Breach rhythm related to a solitary skull

- lesion caused by multiple myeloma. *BMJ Case Rep.* 2009; 2009: bcr2007129528. <https://doi.org/10.1136/bcr.2007.129528>.
7. Kampf C., Grossmann A., Benecke R., Rösche J. Disappearance of breach rhythm heralding recurrent tumor progression in a patient with astrocytoma. *Clin EEG Neurosci.* 2013; 44 (3): 237–43. <https://doi.org/10.1177/1550059412458263>.
8. Крылов В.В., Гринь А.А., Синкин М.В. и др. Электроэнцефалография у пострадавших с черепно-мозговой травмой. Методические рекомендации. М.; 2018.
9. Kadian R., Kumar A. Breach rhythm. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2020.
10. Lyudmilov C., Petersone D., Schmidt C., et al. Breach rhythm may be suppressed as a form of Todd's paralysis. *J Clin Neurophysiol.* 2020; 37 (3): 271–3. <https://doi.org/10.1097/WNP.0000000000000683>.

REFERENCES:

1. Karlov V.A. Epilepsy in children and adult women and men. A guide for doctors. 2nd ed. Moscow: BINOM; 2019: 84 (in Russ.).
2. Tatum W.O. (Ed.). Handbook of EEG interpretation. New York: Demos Medical; 2014.
3. Brigo F., Cicero R., Fiaschi A., Bongiovanni L.G. The breach rhythm. *Clin Neurophysiol.* 2011; 122 (11): 2116–20. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2011.07.024>.

4. Cobb W.A., Guiloff R.J., Cast J. Breach rhythm: the EEG related to skull defects. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1979; 47 (3): 251–71. [https://doi.org/10.1016/0013-4694\(79\)90278-5](https://doi.org/10.1016/0013-4694(79)90278-5).
5. Radhakrishnan K., Silbert P.L., Klass D.W. Breach activity related to an osteolytic skull metastasis. *Am J EEG Technol.* 1994; 34: 1–5. <https://doi.org/10.1080/00029238.1994.11080466>.
6. vanDoorn J., Cherian P.J. Breach rhythm related to a solitary skull

- lesion caused by multiple myeloma. *BMJ Case Rep.* 2009; 2009: bcr2007129528. <https://doi.org/10.1136/bcr.2007.129528>.
7. Kampf C., Grossmann A., Benecke R., Rösche J. Disappearance of breach rhythm heralding recurrent tumor progression in a patient with astrocytoma. *Clin EEG Neurosci.* 2013; 44 (3): 237–43. <https://doi.org/10.1177/1550059412458263>.
 8. Krylov V.V., Grin' A.A., Sinkin M.V., et al. Electroencephalography in patients with traumatic brain injury. Methodological recommendations. Moscow; 2018 (in Russ.).
 9. Kadian R., Kumar A. Breach rhythm. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2020.
 10. Lyudmilov C., Petersone D., Schmidt C., et al. Breach rhythm may be suppressed as a form of Todd's paralysis. *J Clin Neurophysiol.* 2020; 37 (3): 271–3. <https://doi.org/10.1097/WNP.0000000000000683>.

Сведения об авторах

Миронов Михаил Борисович – к.м.н., ведущий научный сотрудник отдела эпилепсии и пароксизмальных заболеваний ФГБУ «Федеральный центр мозга и нейротехнологий» ФМБА России (Москва, Россия). ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4844-8042>; РИНЦ SPIN-код: 1144-7120. E-mail: mironovmb@mail.ru.

Бурд Сергей Георгиевич – д.м.н., профессор кафедры неврологии, нейрохирургии и медицинской генетики лечебного факультета ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России (Москва, Россия). ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0804-7076>; РИНЦ SPIN-код: 1484-0178.

Кукина Нина Владимировна – младший научный сотрудник отдела эпилепсии и пароксизмальных заболеваний ФГБУ «Федеральный центр мозга и нейротехнологий» ФМБА России (Москва, Россия). ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2730-7662>.

Рублева Юлия Владимировна – к.м.н., старший научный сотрудник отдела эпилепсии и пароксизмальных заболеваний ФГБУ «Федеральный центр мозга и нейротехнологий» ФМБА России (Москва, Россия). ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3746-1797>.

Кордонская Ольга Олеговна – к.м.н., врач-нейрохирург ФГБУ «Федеральный центр мозга и нейротехнологий» ФМБА России (Москва, Россия). ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0432-2915>.

Сенько Илья Владимирович – к.м.н., врач-нейрохирург, заведующий отделением нейрохирургии ФГБУ «Федеральный центр мозга и нейротехнологий» ФМБА России (Москва, Россия). ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5743-8279>; РИНЦ SPIN-код: 3441-6815.

Юрченко Анна Владимировна – врач-невролог ФГБУ «Федеральный центр мозга и нейротехнологий» ФМБА России (Москва, Россия). ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5393-899X>.

Богомазова Мария Александровна – врач-невролог ФГБУ «Федеральный центр мозга и нейротехнологий» ФМБА России (Москва, Россия). ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5229-6558>.

Таирова Раиса Таировна – к.м.н., заместитель директора по лечебной работе, главный врач ФГБУ «Федеральный центр мозга и нейротехнологий» ФМБА России (Москва, Россия). ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4174-7114>.

Джабраилова Хеди Алиевна – студентка 6-го курса ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Москва, Россия). ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0703-8223>.

About the authors

Mikhail B. Mironov – MD, PhD, Leading Researcher, Department of Epilepsy and Paroxysmal Diseases, Federal Center of Brain and Neurotechnologies, FMBA of Russia (Moscow, Russia). ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4844-8042>; RSCI SPIN-code: 1144-7120. E-mail: mironovmb@mail.ru.

Sergey G. Burd – Dr. Med. Sc., Professor, Chair of Neurology, Neurosurgery and Medical Genetics, Faculty of Therapy, Pirogov Russian National Research Medical University (Moscow, Russia). ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0804-7076>; RSCI SPIN-code: 1484-0178.

Nina V. Kukina – Junior Researcher, Department of Epilepsy and Paroxysmal Diseases, Federal Center of Brain and Neurotechnologies, FMBA of Russia (Moscow, Russia). ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2730-7662>.

Yulia V. Rubleva – MD, PhD, Senior Researcher, Department of Epilepsy and Paroxysmal Diseases, Federal Center of Brain and Neurotechnologies, FMBA of Russia (Moscow, Russia). ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3746-1797>.

Olga O. Kordonskaya – MD, PhD, Neurosurgeon, Federal Center of Brain and Neurotechnologies, FMBA of Russia (Moscow, Russia). ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0432-2915>.

Ilya V. Senko – MD, PhD, Neurosurgeon, Head of the Department of Neurosurgery, Federal Center of Brain and Neurotechnologies, FMBA of Russia (Moscow, Russia). ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5743-8279>; RSCI SPIN-code: 3441-6815.

Anna V. Yurchenko – Neurologist, Federal Center of Brain and Neurotechnologies, FMBA of Russia (Moscow, Russia). ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5393-899X>.

Maria A. Bogomazova – Neurologist, Federal Center of Brain and Neurotechnologies, FMBA of Russia (Moscow, Russia). ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5229-6558>.

Raisa T. Tairova – MD, PhD, Deputy Director for Medical Work, Chief Physician, Federal Center of Brain and Neurotechnologies, FMBA of Russia (Moscow, Russia). ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4174-7114>.

Khedi A. Dzhabrailova – 6th year Student, Sechenov University (Moscow, Russia). ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0703-8223>.