



Височная эпилепсия с битемпоральными интериктальными разрядами: влияние сна и бодрствования

А.Г. Брутян, М.А. Глазова, М.Ю. Максимова, А.И. Белякова-Бодина

Научный центр неврологии, Москва, Россия

Аннотация

Введение. У пациентов с височной эпилепсией нередко выявляются независимые битемпоральные разряды в межприступном периоде. Вероятность регистрации эпилептиформной активности (ЭА) увеличивается во сне. Наличие битемпоральных интериктальных эпилептиформных разрядов с различным соотношением количества разрядов по сторонам учитывается для определения исхода хирургического лечения.

Цель: на основании расчёта индекса эпилептиформных разрядов для каждой стадии сна выявить доминирующую сторону у пациентов с битемпоральной эпилепсией.

Материалы и методы. В исследование были включены 45 записей видео-ЭЭГ-мониторинга длительностью 10–24 ч у пациентов с битемпоральной ЭА. Для каждой записи рассчитывали общий индекс ЭА и индекс ЭА для бодрствования и каждой стадии сна отдельно. Также определяли индекс доминирования разрядов (ИДР) в процентах как соотношение разрядов на доминирующей и контралатеральной сторонах для всей записи и отдельно для каждой стадии.

Результаты. Отмечено увеличение индекса ЭА по мере углубления сна, максимальные значения выявлены в стадиях сна N2 и N3. Минимальное значение индекса ЭА было в фазе REM-сна, тем не менее в большинстве случаев разряды в REM-фазе выявлялись на доминирующей стороне. ИДР был наиболее высоким и стабильным в стадиях N2 и N3.

Заключение. Результаты исследования пациентов с битемпоральной локализацией ЭА свидетельствуют о возрастании ИДР по мере увеличения глубины не-REM-сна. Несмотря на то что REM-сон обладает протективными свойствами, снижая вероятность появления ЭА, для пациентов с битемпоральными интериктальными эпилептиформными разрядами он может иметь латерализующее значение. Доминирующая сторона в значительной степени определяется высоким значением ИДР в стадиях N2 и N3.

Ключевые слова: височная эпилепсия с битемпоральными разрядами; сон; электроэнцефалография; стадии сна

Этическое утверждение. Исследование проводилось при добровольном информированном согласии пациентов. Проведение исследования было одобрено локальным этическим комитетом при ФГБНУ «Научный центр неврологии» (протокол № 11-6/22 от 21.12.2022).

Источник финансирования. Исследование выполнено в рамках государственного задания ФГБНУ «Научный центр неврологии».

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Адрес для корреспонденции: 125367, Россия, Москва, Волоколамское шоссе, д. 80. Научный центр неврологии.
E-mail: ncpmaximova@mail.ru. Максимова М.Ю.

Для цитирования: Брутян А.Г., Глазова М.А., Максимова М.Ю., Белякова-Бодина А.И. Височная эпилепсия с битемпоральными интериктальными разрядами: влияние сна и бодрствования. *Анналы клинической и экспериментальной неврологии.* 2024;18(3):35–41.

DOI: <https://doi.org/10.17816/ACEN.1150>

Поступила 18.06.2024 / Принята в печать 19.07.2024 / Опубликовано 30.09.2024

Temporal Lobe Epilepsy with Bitemporal Interictal Epileptiform Discharges: Effects of Sleep and Wakefulness

Amayak G. Broutian, Mariya A. Glazova, Marina Yu. Maksimova, Alexandra I. Belyakova-Bodina

Research Center of Neurology, Moscow, Russia

Abstract

Introduction. Independent bitemporal interictal discharges are often found in patients with temporal lobe epilepsy. The likelihood of registering epileptiform activity (EA) is higher during sleep. Assessment of bitemporal interictal epileptiform discharges (BIEDs) with various discharge predominance ratio is used for presurgical evaluation of epilepsy patients and prediction of surgical outcomes.

Our objective was to determine the predominant side (PS) in patients with bitemporal epilepsy using the incidence of epileptiform discharges for each sleep stage.

Materials and methods. We analyzed 45 recordings of 10–24 h long-term video-EEG monitoring (LTM) in patients with bitemporal EA. For each recording, the total incidence of EA (IEA) and EA incidence for wakefulness and for each sleep stage were calculated individually. We also assessed the discharge predominance index (DPI) as a ratio of IEA in the predominant and contralateral sides for the entire recording and for each sleep stage.

Results. We observed an IEA increase with sleep deepening, with maximum values observed during N2 and N3 sleep stages. The minimum IEA values were recorded during REM sleep; nevertheless, most of the REM sleep discharges were detected on the PS. DPI values were the highest and the most stable during N2 and N3 stages.

Conclusion. The findings of our study demonstrate an increase in DPI values with non-rapid eye movement (NREM) sleep deepening in patients with bitemporal localization of EA. Despite the protective effects of REM sleep (i.e., reducing the likelihood of EA), it may be pivotal in lateralization of EA in patients with BIEDs. The PS is generally determined by a higher DPI during N2 and N3 stages.

Keywords: temporal lobe epilepsy with bitemporal discharges; sleep; electroencephalography; sleep stages

Ethics approval. All patients provided their voluntary informed consent to participate in the study. The study protocol was approved by the Ethics Committee of the Research Center of Neurology (Protocol No. 11-6/22, dated 21 December 2022).

Source of funding. The study was conducted by the Research Center of Neurology on state assignment.

Conflict of interest. The authors declare no apparent or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

For correspondence: 80 Volokolamskoye shosse, Moscow, 125367, Russia. Research Center of Neurology.
E-mail: ncnmaksimova@mail.ru. Maksimova M.Yu.

For citation: Broutian A.G., Glazova M.A., Maksimova M.Yu., Belyakova-Bodina A.I. Temporal lobe epilepsy with bitemporal interictal epileptiform discharges: effects of sleep and wakefulness. *Annals of Clinical and Experimental Neurology*. 2024;18(3):35–41.

DOI: <https://doi.org/10.17816/ACEN.1150>

Received 18.06.2024 / Accepted 19.07.2024 / Published 30.09.2024

Введение

Наиболее распространённой формой среди структурных эпилепсий, а также одним из самых распространённых неврологических заболеваний является фокальная височная эпилепсия (ФВЭ), которая диагностируется у 1/3 пациентов с эпилепсией [1]. В 30% случаев наблюдается фармакорезистентное течение ФВЭ, и пациенты являются кандидатами на хирургическое лечение [2]. Длительное течение ФВЭ повышает вероятность возникновения в контралатеральном полушарии головного мозга дополнительного эпилептогенного очага. Среди пациентов с ФВЭ распространённость битемпоральных интериктальных эпилептиформных разрядов (БИЭР), по данным электроэнцефалографии (ЭЭГ), может достигать 60% [3, 4].

При вовлечении обеих височных долей определение стороны доминирующего эпилептогенного очага представляет значительные трудности, а проведение резекционного двустороннего хирургического вмешательства ограничено из-за риска развития синдрома Клувера–Бюси. Особый интерес представляет поиск клинично-нейрофизиологических маркеров ведущей стороны при ФВЭ с битемпоральными разрядами для достижения благоприятного исхода хирургического лечения. Ранее показано, что эффективность хирургического лечения у пациентов с БИЭР зависит от индекса доминирования разрядов (ИДР) с одной стороны, и наиболее благоприятный исход наблюдается у пациентов, у которых разряды с одной стороны составляют более 80–90% [5, 6].

При ФВЭ вероятность регистрации эпилептиформной активности (ЭА) во многом обусловлена уровнем бодрствования и глубины сна [7, 8]. ЭА чаще отмечается во сне, особенно в медленноволновом. Таким образом, подсчёт только абсолютного количества разрядов является недостаточным без учёта длительности времени бодрствования и отдельных стадий сна. С этой целью может использоваться индекс эпилептиформной активности (ИЭА), который рассчитывается как количество разрядов за определённое время (например, 1 ч), в течение которого пациент бодрствовал или спал. Таким образом, подсчёт только абсолютного количества разрядов с обеих сторон без указания на состояние бодрствования или сна, в котором находился пациент во время записи ЭЭГ, может оказаться недостаточным.

Цель исследования: на основании расчёта ИЭА определить вариабельность ИДР в зависимости от уровня бодрствования и глубины сна у пациентов с ФВЭ и битемпоральными разрядами.

Материалы и методы

Из общего числа 2086 пациентов, прошедших обследование в лаборатории видео-ЭЭГ-мониторинга Научного центра неврологии в период с февраля 2018 г. по февраль 2024 г. [9], были отобраны 1063 записи видео-ЭЭГ-мониторинга длительностью 10–24 ч у пациентов с височной локализацией ЭА. БИЭР отмечались в 203 случаях. Для выявления структурных причин эпилепсии проведено сопоставление данных ЭЭГ и магнитно-резонансной томографии (МРТ) головного мозга («Magnetom Prisma», «Siemens Healthineers»; 3 Тл).

Критерии включения [9]:

- 1) битемпоральная ЭА;
- 2) регистрация всех стадий сна и бодрствования;
- 3) подсчёт эпилептиформных разрядов вручную без использования алгоритма автоматической детекции разрядов;
- 4) общее количество БИЭР не менее 10;
- 5) выполнение МРТ головного мозга по международному эпилептологическому протоколу HARNESS-MRI на томографе мощностью 3 Тл.

Критерии невключения/исключения [9]:

- 1) записи с регистрацией ЭА за пределами височных областей;
- 2) записи с эпилептическими приступами в связи с их возможным влиянием на ИЭА;

- 3) записи с количеством разрядов более 2000 в связи со сложностями их ручной маркировки;
- 4) ИДР < 60%.

В исследование были включены 45 записей пациентов в возрасте 25–67 лет (медиана – 44,6 года), среди которых было 20 женщин и 25 мужчин. Длительность заболевания на момент исследования составила от 6 мес до 43 лет (медиана – 29,8 года), возраст дебюта эпилепсии – от 4 мес до 67 лет (медиана – 14,9 года). Запись ЭЭГ проводили скальповыми электродами по международной системе 10–20, с дополнительными электродами «скуловой дуги» (F9, F10, T9, T10, P9, P10) и электрокардиографическим каналом [9]. Записи производили на электроэнцефалографах «XLTEK» («Natus») и «BePlus LTM» («EBNeuro»). В начале исследования и после утреннего пробуждения проводили активирующие пробы с открыванием и закрыванием глаз, ритмичной фотостимуляцией и гипервентиляцией в течение 5 мин.

В соответствии с рекомендациями Американской ассоциации медицины сна (2017 г.) [10] построение гипнограмм проводили вручную, стадирование сна и бодрствования осуществляли на 30-секундных эпохах. Стадирование REM-сна было осуществлено на основании глазодвигательных артефактов в лобных отведениях (под электродами Fp1–F7, Fp2–F8), миографических артефактов в каналах ЭЭГ и характерных для REM-сна ЭЭГ-потенциалов. В исследовании использованы традиционные обозначения для стадий сна и бодрствования: Wake – бодрствование; N1 – первая стадия сна; N2 – вторая стадия сна; N3 – третья стадия сна (медленноволновой сон); REM – REM-сон [9]. Пример гипнограммы с отметками ЭА представлен на рис. 1.

Количество БИЭР за время записи составляло от 11 до 1920 разрядов (медиана – 299,6 разряда). Для каждой записи после построения гипнограммы с разметками БИЭР проводили расчёт общего ИЭА (отношение общего числа разрядов к длительности записи в часах) и ИЭА для бодрствования и каждой стадии сна (отношение числа БИЭР к продолжительности стадии в часах) [9]. Сторона с преобладанием разрядов за всё время записи определялась как доминирующая сторона (ДС), соответственно, противоположная сторона обозначалась как контралатеральная сторона (КС).

ИДР рассчитывали в процентах по формуле: (количество разрядов на ДС)/(количество разрядов с обеих сторон) × 100 для всей записи, а также отдельно для бодрствования и всех стадий сна. Амплитуду разрядов измеряли

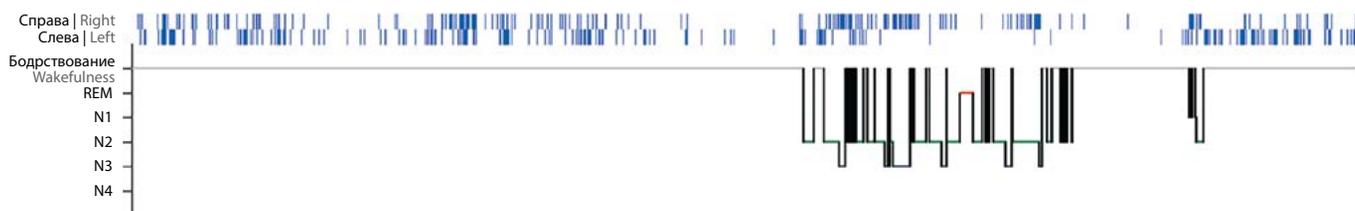


Рис. 1. Гипнограмма с отметками ЭА в правой (верхний ряд) и левой (нижний ряд) височных областях.

Fig. 1. Hypnogram with EA labels in the right (top row) and left (bottom row) temporal regions.

Таблица 1. Распределение ЭА в височных областях в зависимости от стадий сна и бодрствования, n (%)

Table 1. Distribution of EA in temporal regions across sleep stages and wakefulness, n (%).

Стадия Sleep stage	Количество записей с ЭА Recordings with EA	Количество записей с битемпоральной ЭА Recordings with BIEDs	Количество записей с ЭА на ДС Recordings with EA on PS	Количество записей с ЭА на КС Recordings with EA on CS
Бодрствование Wakefulness	33 (73,3%)	17 (37,8%)	32 (71,1%)	18 (40,0%)
N1	25 (55,6%)	11 (24,4%)	22 (48,9%)	14 (30,4%)
N2	45 (100,0%)	42 (93,3%)	45 (100,0%)	42 (93,3%)
N3	44 (97,8%)	36 (80,0%)	44 (97,8%)	36 (80,0%)
REM	19 (42,2%)	7 (15,5%)	18 (40,0%)	8 (17,8%)

при усреднённом референтном монтаже. Учитывали наиболее высокую амплитуду разряда с каждой стороны вне зависимости от функционального состояния головного мозга (сна и бодрствования).

Для оценки трендов ИДР в зависимости от стадий сна и бодрствования проводили дополнительную нормализацию: рассчитывали относительный индекс каждой стадии для ДС (отношение индекса разрядов каждой стадии к общему индексу разрядов).

При сопоставлении данных ЭЭГ с результатами МРТ головного мозга по международному эпилептологическому протоколу HARNESS-MRI в 17 случаях были обнаружены потенциально эпилептогенные изменения: склероз гиппокампа – 9 случаев, опухоли из группы LEAT (Long-term epilepsy-associated tumors – доброкачественные опухоли, ассоциированные с длительно текущей эпилепсией) – 2; менингиомы – 3; энцефалоцеле височной доли – 2; гемитрофия головного мозга – 1. В 23 случаях выявлены неспецифичные изменения (церебральная микроангиопатия, постинсультные изменения, венозные аномалии), не соответствующие по локализации ЭА, ещё в 5 случаях очаговые и диффузные изменения в мозге отсутствовали.

Результаты

Разряды в левой височной области преобладали у 21 пациента, в правой височной области – у 24. При оценке амплитуды БИЭР выявлено, что в 32 (71,1%) случаях максимальная амплитуда разрядов соответствовала ДС. В 27 записях ЭЭГ наблюдалось битемпоральное замедление, в 13 записях – одностороннее замедление (на ДС – в 11 из 13 записей), в 5 записях замедление отсутствовало.

Распределение ЭА в височных областях в зависимости от бодрствования и стадий сна представлено в табл. 1. Во время бодрствования эпилептиформные разряды зарегистрированы в 33 (73,3%) случаях. В 32 (71,1%) случаях ЭА выявлена на ДС и в 18 (40%) – на КС.

В табл. 2 представлены соотношения ИЭА в тех стадиях сна, когда эпилептиформные разряды были выявлены с обеих сторон, а также распределение ЭА в зависимости от бодрствования и стадии сна. В случаях отсутствия существенных различий ИЭА между сторонами пациенты выделены в отдельную группу. За сопоставимые значения

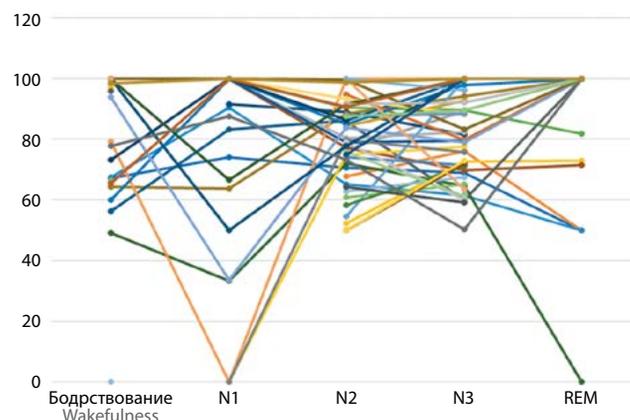


Рис. 2. Распределение значений ИДР (%).

По оси абсцисс – стадии сна и бодрствования, по оси ординат – нормализованные значения ИДР. Значения менее 50% указывают на преобладание разрядов на КС.

Fig. 2. Distribution of DPI values (%).

The X-axis presents sleep and wakefulness stages, the Y-axis – normalized DPI values. DPI values < 50% indicate the predominance of discharges on CS.

показателей было принято соотношение разрядов на ДС и КС > 40% и < 60%.

В 1 случае у МР-негативного пациента ЭА была зарегистрирована на КС (табл. 2). В стадии N1 ЭА выявлена в 25 (55,6%) записях: на ДС и КС – в 22 (48,9%) и 14 (30,4%) случаях соответственно (табл. 1), только на КС – в 3 случаях (табл. 2).

В стадии N2 ЭА отмечена в 45 (100%) записях: на ДС и КС – в 45 (100%) и 42 (93,3%) случаях соответственно. В стадии N3 эпилептиформные разряды были зарегистрированы в 44 (97,8%) записях на ДС и 36 (80%) случаях на КС. Лишь у 1 пациента ЭА не была зарегистрирована в N3, но выявлялась в стадии N2 (табл. 1).

В большинстве записей БИЭР регистрировалась с наиболее высоким ИЭА в стадии N3 (43 записи; 95,5%), в том числе в обеих височных областях – в 26 (57,8%) случаях. В 7 (15,5%) случаях ЭА характеризовалась максимальным ИЭА на КС, в 10 (22,2%) – на ДС. В REM-фазе сна ЭА зарегистрирована в 19 (42,2%) записях: на ДС – в 18 (40%) случаях, на контралатеральной стороне – в 8 (17,8%), при этом в 1 (2,2%) случае ЭА отмечалась изолированно только на КС (табл. 2)

Таблица 2. Распределение ЭА в зависимости от бодрствования и стадии сна, *n* (%)Table 2. Distribution of EA across sleep stages and wakefulness, *n* (%)

Стадия Stage	ЭА только на ДС EA on PS only	ЭА только на КС EA on CS only	ИЭА выше на ДС* Higher IEA on PS*	ИЭА выше на КС Higher IEA on CS	ИЭА без значимых различий между сторонами IEA with no significant differences between sides
Бодрствование Wakefulness	15 (33,3%)	1 (2,2%)	13/17 (76,5%)	2 (4,4%)	3 (6,7%)
N1	11 (24,4%)	3 (6,7%)	7/11 (63,6%)	5 (11,1%)	2 (4,4%)
N2	3 (6,7%)	0	37/42 (88,1%)	0	5 (11,1%)
N3	8 (17,8%)	0	33/36 (91,7%)	0	3 (6,7%)
REM	11 (24,4%)	1 (2,2%)	3/7 (42,9%)	1 (2,2%)	4 (8,9%)

Примечание. * — % от записей, в которых ЭА регистрировалась на обеих сторонах в стадии сна или при бодрствовании.

Note. * — % of recordings with BIEDs during sleep or wakefulness.

Были проанализированы стадии бодрствования и сна с максимальными значениями ИЭА за исследование на ДС. Наиболее высокими показателями были в период медленноволнового сна (стадия N3) — 36 (80%) записей. В 3 (6,7%) случаях ведущей являлась стадия N2, в 5 (11,1%) — N1, в 1 (2,2%) случае максимальное значение ИЭА зарегистрировано в период бодрствования. Случаев с преобладанием ЭА в REM-сне не выявлено.

На рис. 2 представлен график распределения значений ИДР в бодрствовании и отдельных стадиях сна. Обращает на себя внимание максимальная «плотность» значений ИДР в стадиях N2 и N3, в которых ИДР всегда был выше 50%, то есть преобладал на ДС.

Обсуждение

По данным проведённого исследования установлено, что наиболее высокие значения ИЭА характерны для стадии медленноволнового сна в височной области на ДС. В случаях, когда ЭА не выявлялась в стадии дельта-сна, наиболее значимой являлась стадия N2 сна. При сравнении стадий сна установлено, что количество записей с максимальным количеством разрядов в стадии N3 для ДС составило 80,0%, для КС — 71,3%. Отмечено увеличение ИЭА по мере углубления сна (максимальные значения выявлены в стадиях N2 и N3 сна). Минимальное значение ИЭА определялось в стадии REM-сна.

Более ранние исследования также показали, что наиболее высокие значения ИЭА характерны для стадии дельта-сна [8, 9, 11–14]. Отличительной особенностью нашего исследования является анализ пациентов исключительно с битемпоральными разрядами, маркировка разрядов вручную на протяжении всей записи, подсчёт разрядов по отдельным стадиям сна. ДС определялась нами по общему количеству разрядов слева или справа, тогда как, например, Z. Clemens и соавт. определяли её по стороне, откуда исходили приступы [13]. В других работах подсчёт разрядов нередко проводился на фрагментах различной длительности (5–20 мин для каждой стадии сна и бодрствования). Высокие показатели ИЭА в стадиях N2 и N3 можно объяснить высокой степенью синхронной активности нейронов коры головного мозга [15–17].

Полагают, что ЭА в REM-сне имеет локализационное значение при ФВЭ [18]. Отчасти наши данные подтверждают эти утверждения. ЭА регистрировалась на ДС в 19 (42,2%) случаях, на КС — в 8 (17,8%). В 3 случаях из них ИЭА преобладал на ДС, в 4 случаях не отличался существенно между сторонами, в 1 случае ЭА регистрировалась только в контралатеральной височной области (табл. 2). На данный счёт существуют противоречивые мнения. S. Singh и соавт. при количественной оценке ЭА показали меньшее диагностическое значение REM-сна по сравнению с не-REM стадиями сна [14]. При этом сохраняется уверенность в том, что REM-сон, являясь частью структуры здорового сна, обладает протективными свойствами, снижая вероятность возникновения не только ЭА, но и эпилептических приступов [19, 20].

При обсуждении возможности хирургического лечения при ФВЭ с фармакорезистентным течением необходимо придерживаться следующих критериев: совпадение латерализующих и локализирующих симптомов приступов с данными иктальной и интериктальной ЭЭГ и нейровизуализации [21]. Однако у пациентов с битемпоральной ЭА, которая может возникать вследствие вторичного эпилептогенеза, зачастую при длительном течении эпилепсии, необходимо определить соотношение разрядов в височных областях с обеих сторон. Ранее была проведена оценка данного соотношения и исходов хирургического лечения [5, 6]. Наиболее благоприятных исходов удавалось достичь при соотношении, составляющем более 80% разрядов на ДС.

Частота битемпоральных разрядов, по данным различных исследований, варьирует в широком диапазоне — от 21% [22] до 61% [3]. Широкий разброс цифр объясняется в первую очередь длительностью исследований. Низкие значения обусловлены относительно короткой длительностью исследования. Например, в работе [22] длительность записи составляла не более 2 ч. И, напротив, в исследовании [3] по результатам рутинной ЭЭГ изначально были отобраны пациенты исключительно с унитемпоральными разрядами, которым в дальнейшем проводили суточный мониторинг ЭЭГ, и в 61% записей были выявлены разряды в височных отделах обоих полушарий.

Помимо того, что вероятность регистрации ЭА возрастает по мере достижения стадии глубокого сна, наши

результаты показывают, что в бодрствовании и в поверхностном сне имеется значительная вариабельность ИДР. Показатели доминирования разрядов с одной стороны в этих стадиях недостоверны и могут вводить в заблуждение, тогда как показатели доминирования разрядов с одной стороны наиболее стабильны в глубоком сне.

Данные, полученные в настоящем исследовании, обосновывают необходимость продолженного видео-ЭЭГ-мониторинга с оценкой дельта-сна у пациентов с подозрением на фокальную форму эпилепсии, так как стандартная ЭЭГ является коротким скрининговым методом диагностики, а дневной мониторинг ЭЭГ продолжительностью не более 4 ч не всегда позволяет достичь состояния глубокого сна. При структурных формах фокальной эпилепсии также необходимы подсчёт разрядов в височных областях и сопоставление полученных данных с результатами МРТ по эпилептологическому протоколу для обоснования

и прогнозирования благоприятного исхода хирургического лечения.

Заключение

Результаты исследования пациентов с битемпоральной локализацией ЭА свидетельствуют о возрастании ИДР по мере увеличения глубины не-REM-сна. Для определения доминирующей по разрядам стороны наиболее достоверными являются показатели соотношения разрядов в фазе глубокого сна. Несмотря на то что REM-сон обладает протективными свойствами, снижая вероятность появления ЭА, для пациентов с БИЭР он имеет значимое локализирующее значение. В исследованиях с короткой записью ЭЭГ необходимая глубина сна часто не достигается, что снижает их диагностическую ценность. Подсчёт эпилептиформных разрядов в правой и левой височных областях необходим для обоснования и прогнозирования благоприятного исхода хирургического лечения пациентов с ФВЭ.

Список источников / References

1. Hauser W.A., Kurland L.T. The epidemiology of epilepsy in Rochester, Minnesota, 1935 through 1967. *Epilepsia*. 1975;16(1):1–66. DOI: 10.1111/j.1528-1157.1975.tb04721.x
2. Wiebe S., Jette N. Pharmacoresistance and the role of surgery in difficult to treat epilepsy. *Nat. Rev. Neurol.* 2012;8(12):669–677. DOI: 10.1038/nrneuro.2012.181
3. Ergene E., Shih J.J., Blum D.E., So N.K. Frequency of bitemporal independent interictal epileptiform discharges in temporal lobe epilepsy. *Epilepsia*. 2000;41(2):213–218. DOI: 10.1111/j.1528-1157.2000.tb00142.x
4. Gollwitzer S., Scott C.A., Farrell F. et al. The long-term course of temporal lobe epilepsy: From unilateral to bilateral interictal epileptiform discharges in repeated video-EEG monitorings. *Epilepsy Behav.* 2017;68:17–21. DOI: 10.1016/j.yebeh.2016.12.027
5. Chung M.Y., Walczak T.S., Lewis D.V. et al. Temporal lobectomy and independent bitemporal interictal activity: what degree of lateralization is sufficient? *Epilepsia*. 1991;32(2):195–201. DOI: 10.1111/j.1528-1157.1991.tb05244.x
6. Blume W.T., Borghesi J.L., Lemieux J.F. Interictal indices of temporal seizure origin. *Ann. Neurol.* 1993;34(5):703–709. DOI: 10.1002/ana.410340513
7. Malow B.A., Lin X., Kushwaha R., Aldrich M.S. Interictal spiking increases with sleep depth in temporal lobe epilepsy. *Epilepsia*. 1998;39(12):1309–1316. DOI: 10.1111/j.1528-1157.1998.tb01329.x
8. Clemens Z., Janszky J., Szucs A. et al. Interictal epileptic spiking during sleep and wakefulness in mesial temporal lobe epilepsy: a comparative study of scalp and foramen ovale electrodes. *Epilepsia*. 2003;44(2):186–192. DOI: 10.1046/j.1528-1157.2003.27302.x
9. Брутян А.Г., Белякова-Бодина А.И., Долгова С.М. и др. Интериктальная эпилептиформная активность во сне и в бодрствовании у пациентов с височной эпилепсией. *Вестник РГМУ*. 2019;(6):22–27.
10. Broutian A.G., Belyakova-Bodina A.I., Dolgova S.M. et al. Interictal epileptiform activity in sleep and wakefulness in patients with temporal lobe epilepsy. *Vestnik RGMU*. 2019;(6):22–27. DOI: 10.24075/vrgmu.2019.073
11. Berry R.B., Brooks R., Gamaldo C. et al. AASM Scoring Manual Updates for 2017 (Version 2.4). *J. Clin. Sleep. Med.* 2017;13(5):665–666. DOI: 10.5664/jcsm.6576
12. Lieb J.P., Joseph J.P., Engel J. Jr. et al. Sleep state and seizure foci related to depth spike activity in patients with temporal lobe epilepsy. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.* 1980;49(5-6):538–557. DOI: 10.1016/0013-4694(80)90396-x
13. Sammaritano M., Gigli G.L., Gotman J. Interictal spiking during wakefulness and sleep and the localization of foci in temporal lobe epilepsy. *Neurology*. 1991;41(2(Pt 1)):290–297. DOI: 10.1212/wnl.41.2_part_1.290
14. Clemens Z., Janszky J., Clemens B. et al. Factors affecting spiking related to sleep and wake states in temporal lobe epilepsy (TLE). *Seizure*. 2005;14(1):52–57. DOI: 10.1016/j.seizure.2004.09.003
15. Singh S., Shukla G., Goyal V. et al. Impact of sleep on the localizing value of video EEG in patients with refractory focal seizures – a prospective video-EEG with EOG and submental EMG study. *Clin. Neurophysiol.* 2014;125(12):2337–2243. DOI: 10.1016/j.clinph.2014.03.021
16. Ferrillo F., Beelke M., Nobili L. Sleep EEG synchronization mechanisms and activation of interictal epileptic spikes. *Clin. Neurophysiol.* 2000;111 Suppl 2:S65–S73. DOI: 10.1016/s1388-2457(00)00404-1
17. Frauscher B., von Ellenrieder N., Ferrari-Marinho T. et al. Facilitation of epileptic activity during sleep is mediated by high amplitude slow waves. *Brain*. 2015;138(Pt 6):1629–1641. DOI: 10.1093/brain/awv073
18. Garg D., Charlesworth L., Shukla G. Sleep and temporal lobe epilepsy – associations, mechanisms and treatment implications. *Front. Hum. Neurosci.* 2022;16:849899. DOI: 10.3389/fnhum.2022.849899
19. Frauscher B., von Ellenrieder N., Dubeau F., Gotman J. EEG desynchronization during phasic REM sleep suppresses interictal epileptic activity in humans. *Epilepsia*. 2016;57(6):879–888. DOI: 10.1111/epi.13389
20. Ng M., Pavlova M. Why are seizures rare in rapid eye movement sleep? Review of the frequency of seizures in different sleep stages. *Epilepsy Res. Treat.* 2013;2013:932790. DOI: 10.1155/2013/932790
21. Yuan X., Sun M. The value of rapid eye movement sleep in the localization of epileptogenic foci for patients with focal epilepsy. *Seizure*. 2020;81:192–197. DOI: 10.1016/j.seizure.2020.06.009
22. Копачев Д.Н., Шишкина Л.В., Быченко В.Г. и др. Склероз гиппокампа: патогенез, клиника, диагностика, лечение. *Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко*. 2016;80(4):109–116.
23. Kopachev D.N., Shishkina L.V., Bychenko V.G. et al. Hippocampal sclerosis: pathogenesis, clinical features, diagnosis, and treatment. *Burdenko's Journal of Neurosurgery*. 2016;80(4):109–116. DOI:10.17116/neiro2016804109-116
24. Asadi-Pooya A.A., Farazdaghi M., Shahpari M. Clinical significance of bilateral epileptiform discharges in temporal lobe epilepsy. *Acta Neurol. Scand.* 2021;143(6):608–613. DOI: 10.1111/ane.13402

Информация об авторах

Брутян Амаяк Грачевич – канд. мед. наук, зав. лаб. клинической нейрофизиологии Института клинической и профилактической неврологии Научного центра неврологии, Москва, Россия, <https://orcid.org/0000-0002-6381-2925>

Глазова Мария Александровна – аспирант 2-го неврологического отделения Института клинической и профилактической неврологии Научного центра неврологии, Москва, Россия, <https://orcid.org/0009-0003-6576-1345>

Максимова Марина Юрьевна – д-р мед. наук, профессор, рук. 2-го неврологического отделения Института клинической и профилактической неврологии Научного центра неврологии, Москва, Россия, <https://orcid.org/0000-0002-7682-6672>

Белякова-Бодина Александра Игоревна – м. н. с. лаб. клинической нейрофизиологии Института клинической и профилактической неврологии Научного центра неврологии, Москва, Россия, <https://orcid.org/0000-0002-2339-8483>

Вклад авторов: *Брутян А.Г.* – концепция и дизайн исследования, анализ и интерпретация результатов, написание текста статьи, научное редактирование; *Глазова М.А.* – дизайн исследования, сбор материала, анализ данных, подготовка черновика рукописи; *Максимова М.Ю.* – анализ и интерпретация результатов, написание текста статьи, научное редактирование; *Белякова-Бодина А.И.* – анализ и интерпретация данных.

Information about the authors

Amayak G. Broutian – Cand. Sci. (Med.), Head, Laboratory of clinical neurophysiology, Institute of Clinical and Preventive Neurology, Research Center of Neurology, Moscow, Russia, <https://orcid.org/0000-0002-6381-2925>

Mariya A. Glazova – postgraduate student, 2nd Neurological department, Institute of Clinical and Preventive Neurology, Research Center of Neurology, Moscow, Russia, <https://orcid.org/0009-0003-6576-1345>

Marina Yu. Maksimova – D. Sci. (Med), Prof., Head, 2nd Neurological department, Institute of Clinical and Preventive Neurology, Research Center of Neurology, Moscow, Russia, <https://orcid.org/0000-0002-7682-6672>

Alexandra I. Belyakova-Bodina – junior researcher, Laboratory of clinical neurophysiology, Institute of Clinical and Preventive Neurology, Research Center of Neurology, Moscow, Russia, <https://orcid.org/0000-0002-2339-8483>

Author contribution: *Broutian A.G.* – concept and design of the study, analysis and interpretation of the results, writing the text of the article, scientific editing; *Glazova M.A.* – design of the study, data collection, statistical processing of materials, manuscript drafting; *Maksimova M.Yu.* – analysis and interpretation of the results, writing the text of the article, scientific editing; *Belyakova-Bodina A.I.* – analysis and interpretation of the results.