

РАДИОЧАСТОТНАЯ ДЕСТРУКЦИЯ ЭПИЛЕПТОГЕННОЙ ПЕРИВЕНТРИКУЛЯРНОЙ ГЕТЕРОТОПИИ

А.С. Гузеева, Н.П. Денисова, А.Б. Дмитриев, А.А. Халепа, Н.А. Зубок, Ф.А. Ефремов

ФГБУ «Федеральный центр нейрохирургии» Минздрава России; Россия, 630087 Новосибирск, ул. Немировича-Данченко, 132/1

Контакты: Анастасия Сергеевна Гузеева asguzeeva@yandex.ru

Введение. Перивентрикулярная гетеротопия – одна из причин труднокурабельной эпилепсии. Различные методы лечения данной патологии имеют переменную эффективность.

Цель работы – представление клинического случая пациентки с фармакорезистентной эпилепсией и результатов успешной радиочастотной деструкции перивентрикулярной гетеротопии.

Материалы и методы. Проведен анализ лечения пациентки 33 лет, которая с 19 лет страдает эпилепсией с частыми фокальными (до 70–80 раз в месяц) и билатеральными тонико-клоническими (до 4–6 раз в год) приступами. В анамнезе пациентки в 2018 г. выполнена передневисочная лобэктомия справа, частичная резекция расположенной в лобной доле перивентрикулярной гетеротопии правого бокового желудочка. Частота фокальных приступов после первой операции достигала 150 раз в месяц, билатеральных тонико-клонических – до 3–4 раз в месяц. В 2019 г. в отделении функциональной нейрохирургии ФГБУ «Федеральный центр нейрохирургии» Минздрава России (Новосибирск) проведены дообследование и хирургическое лечение данной пациентки в объеме стереотаксической радиочастотной деструкции перивентрикулярной гетеротопии справа. Период наблюдения после оперативного лечения составил 14 мес. Радиочастотная деструкция перивентрикулярной гетеротопии проводилась в 5 точках. После операции развился транзиторный неврологический дефицит в виде левостороннего гемипареза до 4 баллов, который регрессировал к моменту выписки. За 14 мес катамнеза у пациентки случилось 3 билатеральных тонико-клонических приступа. Фокальные приступы после второй операции больше не повторялись.

Заключение. Клинический случай демонстрирует достаточную эффективность и относительную безопасность радиочастотной деструкции перивентрикулярной гетеротопии при фармакорезистентной эпилепсии.

Ключевые слова: эпилепсия, фокальная эпилепсия, перивентрикулярная гетеротопия, стереотаксическая радиочастотная деструкция, гетеротопия

Для цитирования: Гузеева А.С., Денисова Н.П., Дмитриев А.Б. и др. Радиочастотная деструкция эпилептогенной перивентрикулярной гетеротопии. Нейрохирургия 2023;25(1):62–9. DOI: 10.17650/1683-3295-2023-25-1-62-69

Radiofrequency ablation of epileptogenic periventricular heterotopia

A.S. Guzeeva, N.P. Denisova, A.B. Dmitriev, A.A. Khalepa, N.A. Zubok, F.A. Efremov

Federal Neurosurgical Center, Ministry of Health of the Russia; 132/1 Nemirovicha–Danchenko St., Novosibirsk 630087, Russia

Contacts: Anastasiya Sergeevna Guzeeva asguzeeva@yandex.ru

Background. Periventricular heterotopia is one of the causes of the intractable epilepsy. Different treatments of this pathology show variable efficacy.

Aim. To present the result of radiofrequency ablation of periventricular heterotopia in a patient with drug-resistant epilepsy.

Materials and methods. 33-year-old female patient has been suffering from epilepsy since the age of 19 with frequent focal seizures (up to 70–80 times a month) and bilateral tonic-clonic seizures (up to 4–6 times a year). In 2018 the patient underwent resection of the right temporal lobe with its medial structures and partial resection of the periventricular heterotopia located in the right lateral ventricle. The frequency of focal seizures after 1st surgical treatment increased till 150 per month, bilateral seizures – up to 3–4 per month. After additional examination stereotaxic radiofrequency

ablation of periventricular heterotopia on the right side was performed in 2019 in the Department of Functional Neurosurgery of the Federal Neurosurgical Center (Novosibirsk). In total 5 ablation spots were made in the periventricular heterotopia. Follow-up period was 14 months. Right after the operation a transient left-sided hemiparesis has developed (up to 4 score of MRC scale) which regressed by the time of discharge. During 14 months of the follow-up period the patient had 3 bilateral tonic-clonic seizures, however, after 2nd surgical treatment focal seizures did not appear.

Conclusion. This clinical case demonstrates sufficient efficacy and relative safety of radiofrequency ablation of periventricular heterotopia in drug-resistant epilepsy.

Keywords: epilepsy, focal epilepsy, periventricular heterotopia, stereotactic radiofrequency ablation, heterotopia

For citation: A.S. Guzeva, N.P. Denisova, A.B. Dmitriev et al. Radiofrequency ablation of epileptogenic periventricular heterotopia. *Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery* 2023;25(1):62–9. (In Russ.). DOI: 10.17650/1683-3295-2023-25-1-62-69

ВВЕДЕНИЕ

Узловые гетеротопии серого вещества относятся к порокам развития коры головного мозга, возникающим в результате нарушения миграции нейронов. Состоят узловые гетеротопии из конгломератов нормальных клеток мозга, сгруппированных в субэпендимальном (перивентрикулярном) или подкорковом пространстве. Масштаб и число узелков сильно варьирует от небольших единичных перивентрикулярных узелков до нескольких узлов больших размеров. В более сложных случаях перивентрикулярные и подкорковые участки серого вещества могут быть ассоциированы с другими типами пороков кортикального развития, включая кортикальную дисплазию и полимикрогирию. Как небольшие, так и расширенные формы узловой гетеротопии бывают одно- и двусторонними [1].

Перивентрикулярные узловые гетеротопии часто ассоциированы с фармакорезистентной эпилепсией. Они считаются частью дисфункциональной сети, связанной с вышележащей корой головного мозга. Удаление перивентрикулярной гетеротопии с дополнительной резекцией коры или лобэктомией может избавить пациента от эпилептических приступов. Однако эти виды хирургического лечения имеют значительные ограничения, особенно у пациентов с гетеротопией, расположенной рядом с функционально значимой зоной коры головного мозга [2].

Следует отметить, что лечение данной патологии путем резективной хирургии с высокой долей вероятности способно вызвать развитие послеоперационного неврологического дефицита. Стереотаксическая нейрохирургия может значительно уменьшить хирургическую травму [2], однако этот метод требует тщательной прехирургической диагностики и технически малодоступен в большинстве нейрохирургических клиник.

Цель работы — представление клинического случая пациентки с фармакорезистентной эпилепсией и результатов радиочастотной деструкции перивентрикулярной гетеротопии.

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

Пациентка А. 33 лет с жалобами на эпилептические приступы поступила в ФГБУ «Федеральный центр ней-

рохирургии» (ФЦН) Минздрава России (Новосибирск) с диагнозом структурной фокальной эпилепсии.

Из анамнеза заболевания известно, что в 19 лет у пациентки случился первый билатеральный тонико-клонический приступ (БТКП) с фокальным дебютом. Аналогичные приступы повторялись с частотой раз в 2–3 мес. Приступ начинался с тонического напряжения левой руки, затем левой половины лица с сохранной осознанностью, далее сознание нарушалось и развивался БТКП. Фокальные приступы не всегда трансформировались в БТКП и возникали сериями до 10–15 раз в день с частотой несколько дней в месяц, при этом сознание во время приступов сохранялось. Пациентка ранее принимала следующие антиэпилептические препараты (АЭП): вальпроовую кислоту, леветирацетам, прегабалин, карбамазепин, окскарбазепин, топирамат, ламотриджин. Все вышеперечисленные лекарственные средства не оказывали клинического эффекта и снижали частоту приступов на короткие промежутки времени. По данным магнитно-резонансной томографии (МРТ) головного мозга выявлены перивентрикулярная гетеротопия правой лобной доли, признаки фокальной кортикальной дисплазии правой височной доли со склерозом правого гиппокампа.

В январе 2018 г. в другой нейрохирургической клинике пациентке выполнены переднемедиальная височная лобэктомия справа, резекция перивентрикулярной гетеротопии правого бокового желудочка под контролем интраоперационной электрокортикографии. Сразу после оперативного лечения приступы полностью регрессировали, однако появилась неловкость в левой руке. Спустя 3 мес после операции развился первый рецидивный судорожный приступ. А через год после хирургического лечения эпилептические пароксизмы отмечались практически ежедневно до 10–15 раз в сутки. Далее БТКП стали появляться 3–4 раза в месяц. Фокальные приступы теперь возникали с тянущих сенсорных ощущений в левой руке с последующим тоническим напряжением левых конечностей. В марте 2019 г. пациентке А. проведен повторный видео-электроэнцефалографический (ЭЭГ) мониторинг (далее — видео-ЭЭГ-мониторинг), на котором регистрировалась эпилептиформная активность в правой лобной области. В 2019 г. госпитализирована

для проведения стереотаксической операции в ФЦН в Новосибирске. На момент госпитализации у пациентки отмечались приступы 2 видов:

- 1) фокальные немоторные сенсорные и моторные тонико-клонические приступы по гемитипу слева с сохранной осознанностью;
- 2) БТКП с фокальным дебютом.

Антиэпилептическая терапия включала лакосамид (200 мг утром, 100 мг в обед и 200 мг вечером), перампанел (6 мг на ночь) ежедневно.

В стационаре выполнен скальповый видео-ЭЭГ-мониторинг в течение 2 сут, на котором в бодрствовании и во сне зарегистрирована региональная эпилептиформная активность — деформированные комплексы «острая — медленная волна» амплитудой до 150 мкВ в правой височно-центрально-теменной области (C4—T4—P4—Pz). Эпилептиформная активность регистрировалась в структуре преходящего тета-замедления в тех же отделах. На записи у пациентки отмечались фокальные сенсорные приступы с трансформацией в фокальные моторные приступы в левой руке, 3 из которых были с эволюцией в БТКП. Зона начала приступов по данным ЭЭГ (электроэнцефалография) локализовалась в отведениях F4—C4—T4 (рис. 1). Также зарегистрированы субклинические паттерны фокальных приступов в этих же отведениях (F4—C4—T4) (рис. 2).

При проведении МРТ головного мозга по эпилептограмме выявлены постоперационная киста в правой височной

доле, зона кистозно-глиозных изменений в правой лобной доле. Обнаружены узлы субэпендимарной гетеротопии в области латеральной стенки правого бокового желудочка (рис. 3).

По заключению нейропсихологического обследования до операции, эмоциональное состояние пациентки было нестабильным, отмечались навязчивые страхи. Критика к своему заболеванию и состоянию снижена, ориентирование в месте, времени и собственной личности сохранено. Неврологический статус до операции — без особенностей.

После проведенного обследования выполнена стереотаксическая радиочастотная деструкция (РЧД) перивентрикулярной гетеротопии справа. Установка базового кольца и операция проводились под общей анестезией. Точки входа рассчитывались с учетом наикратчайшей траектории к мишеням, вне функционально значимых зон. Деструкция проводилась электродом диаметром 5 мм через 2 трепанационных отверстия. Стереотаксическая РЧД гетеротопии в затылочно-теменной области справа проведена в 4 очагах при нагреве электрода до 70 °C в течение 60 с. Через 2-е трепанационное отверстие проведена деструкция еще 1 очага гетеротопии с теми же параметрами.

В раннем послеоперационном периоде (1-е сутки после операции) отмечался легкий гемипарез до 4 баллов в левых конечностях, в остальном неврологический статус был без отклонений от нормы. Гемипарез быстро

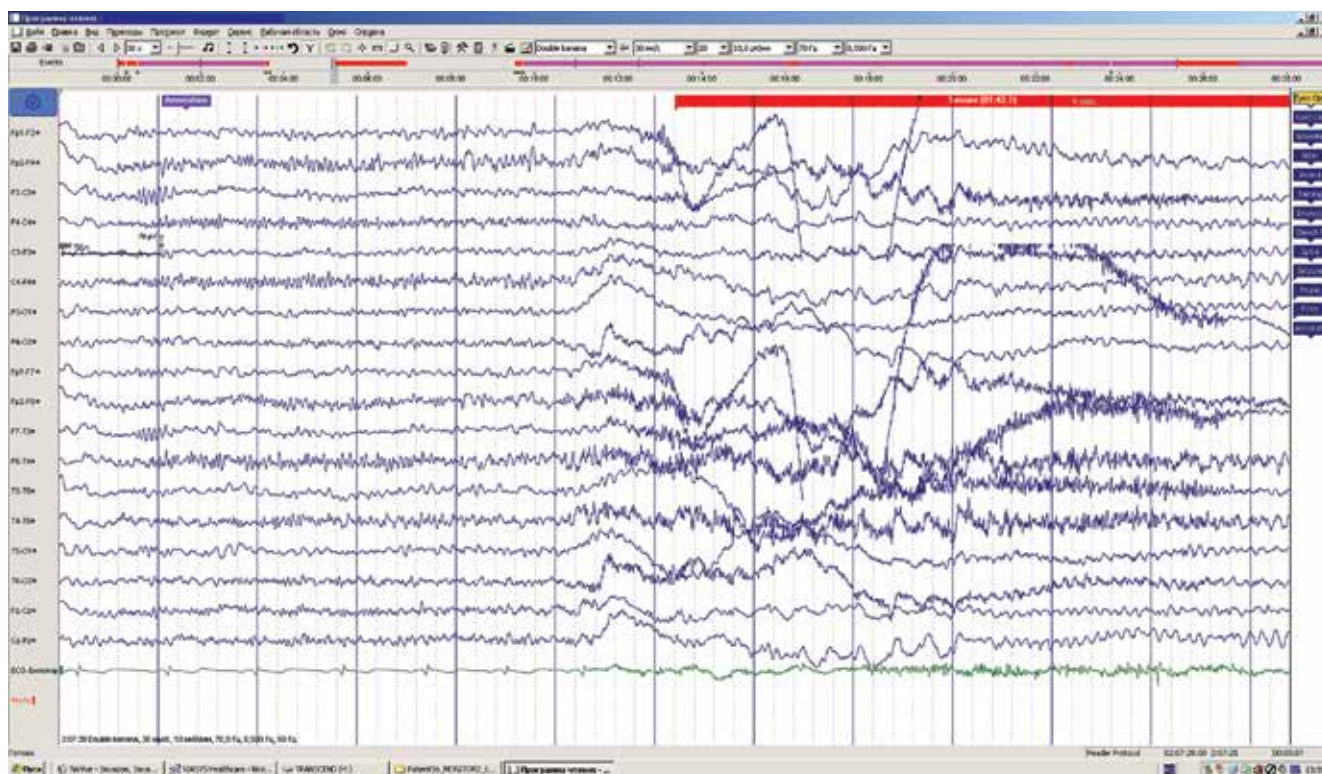


Рис. 1. Зона начала приступа у пациентки А. на электроэнцефалограмме

Fig. 1. The area of the attack onset according of patient A. on the electroencephalogram

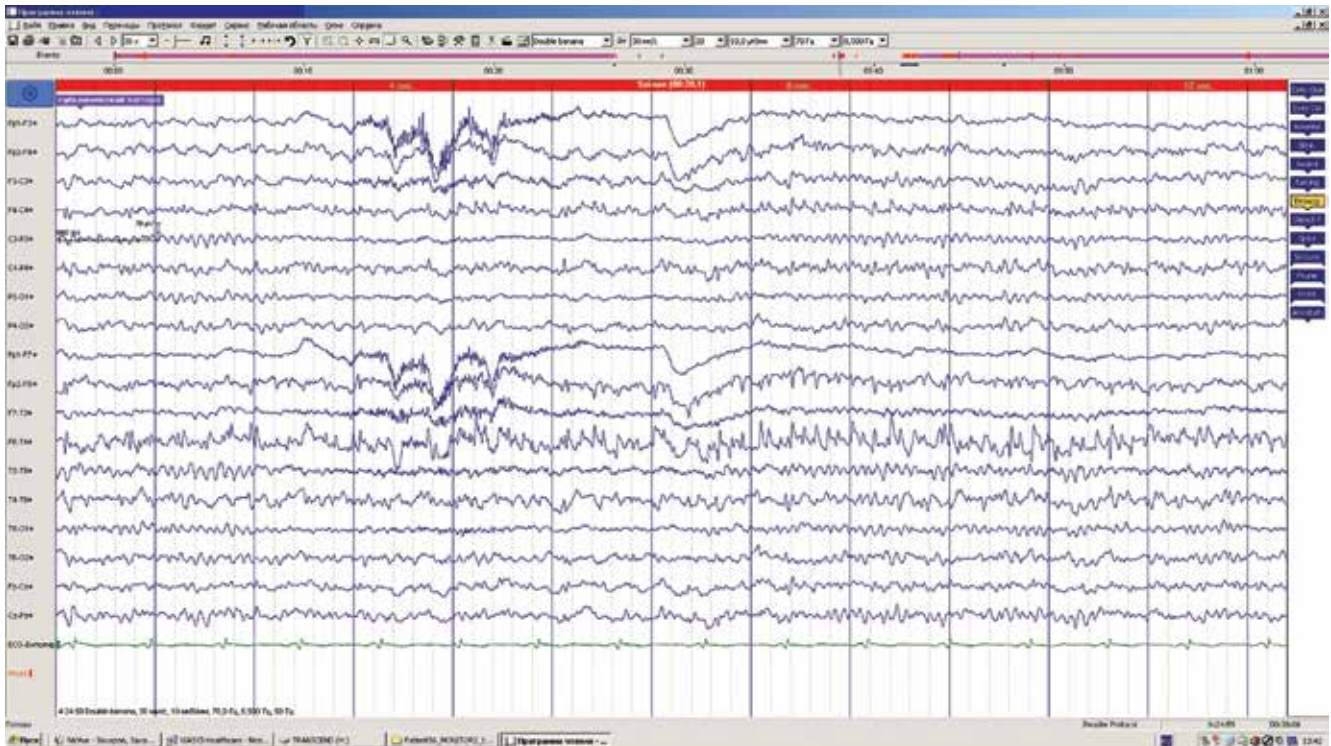


Рис. 2. Субклинический паттерн приступа у пациентки А. на электроэнцефалограмме

Fig. 2. Subclinical attack pattern of patient A. on the electroencephalogram



Рис. 3. Узлы субэпендимарной гетеротопии в области латеральной стенки правого бокового желудочка у пациентки А. на магнитно-резонансной томограмме в режиме T2

Fig. 3. Nodes of subependymal heterotopy in the area of the lateral wall of the right lateral ventricle of patient A. on a magnetic resonance tomogram in T2 mode

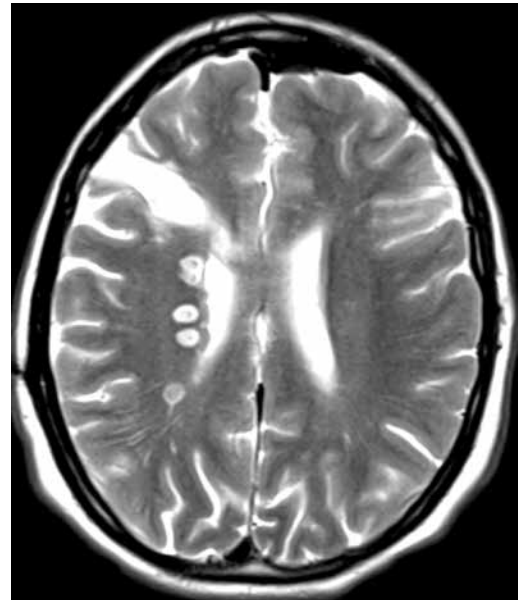


Рис. 4. Послеоперационные очаги деструкции в области латеральной стенки правого бокового желудочка у пациентки А. на магнитно-резонансной томограмме в режиме T2

Fig. 4. Postoperative foci of destruction in the area of the lateral wall of the right lateral ventricle of patient A. on a magnetic resonance tomogram in T2 mode

регрессировал, к моменту выписки (на 4-е сутки после операции) сила в левых руке и ноге составила 5 баллов, но отмечалась легкая пирамидная недостаточность в левых конечностях.

На 2-е сутки после операции проведена МРТ головного мозга, ее данные подтвердили оптимальную локализацию очагов деструкции (рис. 4). На 3-и сутки после оперативного лечения выполнена ЭЭГ, на которой



Рис. 5. Электроэнцефалограмма пациентки А. на 3-и сутки после оперативного лечения

Fig. 5. Electroencephalogram of patient A. on the 3rd day after surgical treatment

отмечались редкие редуцированные комплексы «острая — медленная волна» с акцентом в С4—Т4 в структуре замедления в той же области (рис. 5).

По результатам нейропсихологического обследования на 5-е сутки после операции все нейропсихологические показатели сохранялись в тех же нормативных границах, как и до операции.

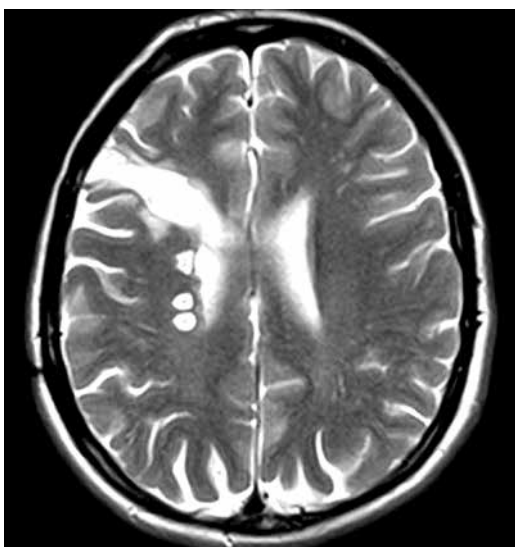


Рис. 6. Очаги деструкции у пациентки А. через 10 мес после оперативного лечения на магнитно-резонансной томограмме в режиме T2

Fig. 6. Foci of destruction of patient A. 10 months after surgical treatment on a magnetic resonance tomogram in T2 mode

После выписки из стационара пациентка продолжала прием АЭП в прежнем объеме; приступы не возникали.

Через 5 мес после операции случился однократный БТКП с фокальным дебютом. Через полгода после операции по месту жительства выполнена контрольная ЭЭГ, по данным которой эпилептиформной активности за период обследования не зарегистрировано.

Через 8 мес после оперативного лечения БТКП повторился. Через 10 мес после операции выполнена контрольная МРТ головного мозга, по результатам которой обнаружена картина очаговых образований перивентрикулярно справа на уровне тела и заднего рога правого бокового желудочка (рис. 6).

Спустя 13 мес после оперативного лечения вновь возник БТКП (на ЭЭГ патологической активности не зарегистрировано). На момент контрольного осмотра (через 14 мес после операции) приступы более не повторялись. На данный момент пациентка принимает АЭП в прежнем объеме. Продолжается динамическое наблюдение.

ОБСУЖДЕНИЕ

Существует несколько методов хирургического лечения перивентрикулярных узловых гетеротопий. Наиболее распространенная методика — резективная хирургия. Т. Агаи и соавт. описали клинический случай успешного хирургического лечения с помощью резекции перивентрикулярной узловой гетеротопии фармакорезистентной эпилепсии, проявляющейся приступами в виде остановки активности, ороалиментарных

автоматизмов и БТКП [3]. На МРТ головного мозга ими обнаружен очаг перивентрикулярной узловой гетеротопии правого бокового желудочка, при этом иктальная скальповая ЭЭГ фиксировала битемпоральную, преимущественно правостороннюю эпилептиформную активность. Выполненная пациенту магнитоэнцефалография указала на очаг в правой височной доле, а иктальная однофотонная эмиссионная компьютерная томография показала область гиперперфузии в зоне гетеротопии. На инвазивном видео-ЭЭГ-мониторинге зона начала приступов выявлена в правой верхней височной извилине и мезиальной поверхности правой затылочной доли, а вовлечение гетеротопии в приступный паттерн было вторичным. Авторы предположили, что истинная зона начала приступов была упущена, и все эпилептиформные разряды были вторичными феноменами. Пациенту выполнена резекция только перивентрикулярной гетеротопии. В течение катамнеза (5 лет и 4 мес после операции) приступы не повторялись [3]. Минусом прямой хирургической резекции считают значительный риск повреждения корковых и подкорковых структур при выполнении доступа к глубоко расположенным гетеротопиям. Кроме того, у пациентов с двусторонними пороками развития и двусторонним началом приступов резективная хирургия чаще всего нецелесообразна [1].

В последние годы значительно вырос интерес к стереотаксической нейрохирургии, в частности, из-за общей тенденции к минимизации инвазивных хирургических операций [4]. С 1940 г. использовались разные физические принципы для лечения очаговых поражений [5]: химические агенты, коагуляция через прямое воздействие электрического тока, ионизирующая радиация, индукция тепла или холодного азота, фокусированный ультразвук, фокусирование электромагнитных волн или радиочастотная термоабляция. Тщательная предоперационная электроклиническая характеристика эпилептической сети стала предпосылкой для применения РЧД в хирургии эпилепсии [4].

Развитие стереотаксического метода для лечения эпилепсии в нашей стране тесно связано с деятельностью Российского научно-исследовательского нейрохирургического института им. проф. А.Л. Поленова (Санкт-Петербург), именно там в 1962 г. проведены первые операции по стереотаксической деструкции таламических ядер [6]. Свой вклад в развитие стереотаксической хирургии внесли выдающиеся отечественные хирурги В.А. Роголов, А.Г. Земская, Ю.А. Гармашов, Н.П. Рябуха, Б.М. Рачков и С.П. Юхарев [7]. Кроме того, проблемами хирургического лечения эпилепсии вплотную занимались в ФГБНУ «Институт экспериментальной медицины» (Ленинград), возглавляемом с 1970 г. Н.П. Бехтеревой, а также в Институте нейрохирургии им. акад. А.П. Ромоданова НАМН Украины (Киев) [8]. В настоящее время среди специ-

алистов, занимающихся вопросами стереотаксической хирургии эпилепсии, можно выделить профессора А.С. Шершевера, родоначальника стереотаксической каллозотомии; с конца 1990-х годов хирургическое лечение эпилепсии стало для него одним из приоритетных клинических направлений [9].

На сегодняшний день не проведено ни одного сравнительного проспективного исследования РЧД и стандартных резективных подходов [4]. Способ хирургического лечения в каждом отдельном случае определяется индивидуально, исходя из клинических данных и результатов дополнительных методов обследования.

Для оптимального определения хирургической тактики часто требуется проведение стерео-ЭЭГ с помощью стереотаксической имплантации внутримозговых электродов, которая дает возможность исследовать как сами узлы гетеротопии, так и вышележащую кору головного мозга и другие внеочаговые структуры. Данные различных исследований показали, что в то время, как интериктальная эпилептиформная активность часто возникает из узла гетеротопии, иктальное электрическое начало зачастую регистрируется из окружающей коры головного мозга. Таким образом, у пациентов, которым выполняется стерео-ЭЭГ, следует планировать расположение электродов с как можно более широким охватом гетеротопических и внеочаговых областей, которые потенциально могут стать мишенями для РЧД [1].

Актуальность проведения стерео-ЭЭГ для таких пациентов отражена в статье F.C. Schmitt и соавт. [2]. Исследователи описали клинический случай фармакорезистентной эпилепсии, при этом основная находка на МРТ головного мозга — одиночная перивентрикулярная гетеротопия и атрофия верхней инсулярной коры слева и мозжечка. Кроме того, была обнаружена возможная связь перивентрикулярной гетеротопии с корой. На записи скальпового видео-ЭЭГ-мониторинга выявлена зона начала приступов в левой лобно-височной области, иктальный паттерн на инвазивном ЭЭГ-мониторинге получен с перивентрикулярной гетеротопии. Пациенту выполнена стереотаксическая РЧД перивентрикулярной узловой гетеротопии. Через год исход по наличию приступов классифицирован как IB по шкале исходов лечения эпилепсии J. Engel (Дж. Энгел). Таким образом, авторами получены доказательства эпилептогенности очага в течение инвазивного обследования, а также представлено распознавание распространения приступа на вышележащую кору. В описываемом случае последовательное, почти полное разрушение гетеротопии и прилегающего расширения к островку привело к сокращению приступов [2].

Т. Agari и соавт. предположили, что перивентрикулярная узловая гетеротопия является мальформацией, связанной, вероятно, с патологической окружающей корой, и выдвинули гипотезу о том, что генерация

эпиактивности гетеротопии возникает из epileptogenic сетей, включая не только саму гетеротопию, но и соседние отделы коры. Авторы считают, что даже удаление одной гетеротопии может вызывать разрушение всей epileptogenic сети и тем самым избавить пациента от приступов [3].

По мнению М. Cossu и соавт., существует достаточно доказательств того, что сложные анатомо-функциональные сети вовлечены в генерацию epileptических разрядов у пациентов с эпилепсией, связанной с перивентрикулярной гетеротопией. Таким образом, успех резекционной хирургии в подобных случаях тесно связан с выявлением этих патологических сетей [1].

К весьма непростым задачам относятся предоперационная оценка и хирургическое лечение в случае наличия у пациента нескольких патологий, каждая из которых по отдельности или вместе может быть epileptogenic. Пример подобной ситуации описали L.D. Ladino и соавт.: у пациентки с фокальной эпилепсией в одном полушарии был и склероз гиппокампа, и перивентрикулярная узловатая гетеротопия. По результатам инвазивной ЭЭГ epileptogenic зоной оказался гиппокамп, больной выполнена передневисочная лобэктомия с исходом IA по шкале J. Engel через 3 года после хирургического лечения [10].

В описанном нами клиническом случае у пациентки А. до хирургического вмешательства тоже выявлено несколько патологий: перивентрикулярная гетеротопия правой лобной доли, признаки фокальной кортикальной дисплазии правой височной доли со склерозом правого гиппокампа. После проведения прехирургической диагностики больной А. проведена передневисочная лобэктомия справа, однако через 3 мес приступы возобновились. При госпитализации в ФЦН (Новосибирск) данные скальпового видео-ЭЭГ-мониторинга позволили исключить вероятность наличия очага в левом полушарии. На стороне поражения пациентке А. уже была выполнена резекция вышележащей коры, и потенциально epileptogenic структурой оставалась только узловатая гетеротопия, поэтому наша группа отказалась от проведения инвазивного видео-ЭЭГ-мониторинга.

Метод РЧД стал более предпочтительным по сравнению с другими методами еще с 1960 г. К существенному преимуществу РЧД с контролем времени и температуры относится коагулирование с определением границ и отсутствием формирования спаек ткани в процессе нагрева [11].

Если руководствоваться результатами стерео-ЭЭГ, РЧД демонстрирует хорошее влияние на приступы у пациентов с эпилепсией, связанной с перивентрикулярной гетеротопией, что сопоставимо с данными обследования, которые достигаются при открытой резективной хирургии. Метод РЧД можно рассматривать как вариант хирургического лечения I-й линии при такой форме эпилепсии. Удовлетворительные результаты могут быть получены и при двусторонней перивентрикулярной гетеротопии, не поддающейся традиционной хирургии. Процедура РЧД безопасна и не препятствует возможной резекционной операции в случае неудачи в контроле приступов [1].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для решения вопроса о проведении пациенту хирургического лечения методом РЧД необходим ряд условий: факт фармакорезистентного течения эпилепсии и наличие структурного поражения в виде перивентрикулярной узловатой гетеротопии по данным МРТ головного мозга. Также необходимо подтверждение epileptiformной активности в области расположения гетеротопии с помощью видео-ЭЭГ-мониторинга, а при необходимости — проведение стерео-ЭЭГ, которая фиксирует зону начала приступов с перивентрикулярной гетеротопии (данное исследование позволяет исключить генерацию активности вышележащей корой головного мозга).

В представленном клиническом случае положительный эффект от операции наблюдается на протяжении 14 мес с регрессом послеоперационного неврологического дефицита. На основании этого можно сделать вывод об эффективности и относительной безопасности РЧД перивентрикулярной гетеротопии при фармакорезистентной эпилепсии.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Cossu M., Mirandola L., Tassi L. RF-ablation in periventricular heterotopia-related epilepsy. *Epilepsy Res* 2018;142:121–5. DOI: 10.1016/j.epilepsyres.2017.07.001
2. Schmitt F.C., Voges J., Buentjen L. et al. Radiofrequency lesioning for epileptogenic periventricular nodular heterotopia: a rational approach. *Epilepsia* 2011;52(9):e101–5. DOI: 10.1111/j.1528-1167.2011.03116.x
3. Agari T., Mihara T., Baba K. et al. Successful treatment of epilepsy by resection of periventricular nodular heterotopia. *Acta Med Okayama* 2012;66(6):487–92. DOI: 10.18926/AMO/49045
4. Voges J., Buntjen L., Schmitt F.C. Radiofrequency-thermoablation: general principle, historical overview and modern applications for epilepsy. *Epilepsy Res* 2018;142:113–6. DOI: 10.1016/j.epilepsyres.2018.03.007
5. Gildenberg P.L. The birth of stereotactic surgery: a personal retrospective. *Neurosurgery* 2004;54(1):199–207; discussion 207–8. DOI: 10.1227/01.neu.0000309602.15208.01
6. Кандель Э.И. Функциональная и стереотаксическая нейрохирургия. М.: Медицина, 1981. 368 с.
7. Kandel E.I. Functional and stereotactic neurosurgery. Moscow: Meditsina, 1981. 368 p. (In Russ.).
8. Земская А.Г., Гармашов Ю.А., Рябуха Н.П. Использование стереотаксического метода в сочетании с классической

- краниотомией при лечении фокальной эпилепсии. Журнал «Вопросы нейрохирургии» им. Н.Н. Бурденко 1975;2:33–8. Zemskaya A.G., Garmashov Yu.A., Ryabukha N.P. The use of stereotactic method in combination with classical craniotomy in the treatment of focal epilepsy. Zhurnal Voprosy Neurokhirurgii im. N.N. Burdenko = Burdenko's Journal of Neurosurgery 1975;2:33–8. (In Russ.).
8. Romodanov A.P., Stempen L., Mempel E. et al. Comparative analysis of results of classic and stereotaxic operations for epilepsy. In: Stereotactic Treatment of Epilepsy: Symposium under the Sponsorship of the European Society for Stereotactic and Functional Neurosurgery. Bratislava, 1975. Acta Neurochirurgica 1975;32 Suppl:99–105.
9. Шершевер А.С. Способ стереотаксической передней каллезотомии в лечении эпилепсии. Патент РФ на изобретение № 2205600 / 10.06.2003. Shershever A.S. Method of stereotactic anterior callosotomy in the treatment of epilepsy. Patent Russia No. 2205600/10.06.2003. (In Russ.).
10. Ladino L.D., Dash C., Wu A., Tellez-Zenteno J.F. Intracranial investigation of a patient with nodular heterotopia and hippocampal sclerosis: dealing with a dual pathology. Epileptic Disord 2017;19(2):195–201. DOI: 10.1684/epd.2017.0912
11. Cosman E. Radiofrequency lesioning. In: Textbook of Stereotactic and Functional Neurosurgery. Eds.: A.M. Lozano, P.L. Gildenberg, R.R. Tasker. New York: McGraw-Hill, Health Professions Division, 1998.

Вклад авторов

А.С. Гузеева: разработка дизайна исследования, сбор и анализ данных, написание статьи;
Н.П. Денисова: разработка дизайна исследования, научное редактирование статьи;
А.Б. Дмитриев: разработка дизайна исследования, научное редактирование;
А.А. Халепа: сбор и анализ данных;
Н.А. Зубок: сбор и анализ данных;
Ф.А. Ефремов: сбор и анализ данных.

Author's contribution

A.S. Guzeeva: research design of the study, data collection and analysis, article writing;
N.P. Denisova: research design of the study, scientific editing of the article;
A.B. Dmitriev: research design of the study, scientific editing of the article;
A.A. Khalepa: data collection and analysis;
N.A. Zubok: data collection and analysis;
F.A. Efremov: data collection and analysis.

ORCID авторов/ ORCID of authors

А.С. Гузеева / A.S. Guzeeva: <https://orcid.org/0000-0001-8608-3289>
Н.П. Денисова / N.P. Denisova: <https://orcid.org/0000-0002-6076-5262>
А.Б. Дмитриев / A.B. Dmitriev: <https://orcid.org/0000-0003-3578-6915>
Ф.А. Ефремов / F.A. Efremov: <https://orcid.org/0000-0003-3499-1212>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Работы выполнялись без внешнего финансирования.

Funding. The work was performed without external funding.

Соблюдение прав пациентов. Пациент подписал информированное согласие на публикацию своих данных.

Compliance with patient rights and principles of bioethics. The patient signed an informed consent to the publication of his data.