

Исследование связи динамики интраоперационной ЭЭГ и ЭКоГ с возрастом, длительностью анамнеза и исходами хирургического лечения у детей с симптоматической эпилепсией

А.Б. Козлова, М.Б. Корсакова, Н.А. Архипова, П.А. Власов, А.Г. Меликян, Л.В. Шишкина, Е.Л. Машеров
ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко» Минздрава России;
Россия, 125047 Москва, ул. 4-я Тверская-Ямская, 16

Контакты: Антонина Борисовна Козлова AKozlova75@gmail.com

Цель исследования – выявить взаимосвязь изменений интраоперационной электроэнцефалограммы (ЭЭГ) и электрокортикограммы (ЭКоГ) с возрастом пациентов, длительностью анамнеза, локализацией и типом патологии, а также с исходами лечения.

Материалы и методы. В исследование включены 64 пациента с симптоматической фармакорезистентной эпилепсией, оперированные в ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко» Минздрава России в период с 2010 по 2016 г. Из них 36 пациентов женского пола, 28 – мужского, возраст от 3 мес до 18 лет, в среднем – 7,2 года. В 21 случае выявлена височная, в 18 случаях – затылочная и теменная, в 25 случаях – лобная локализация эпилептогенного повреждения. Патоморфологический диагноз подтвердил фокальную кортикальную дисплазию (ФКД) I типа у 12 пациентов, ФКД II типа – у 20, ФКД III типа – у 5, туберозный склероз – у 4, опухоли низкой степени злокачественности – у 20 пациентов, другие патологии отмечались в 3 случаях. Длительность заболевания составила от 61 до 5081 дня, продолжительность послеоперационного катамнеза по приступам – от 364 до 1877 дней.

В анализ включены пациенты с наличием интраоперационной исходной ЭКоГ, контрольной регистрации ЭКоГ, с данными динамики ЭЭГ в ходе операции. Как значимые с точки зрения эффективности нейрофизиологического мониторинга были отобраны 3 критерия: 1) положительная динамика на скальповой ЭЭГ: снижение межполушарной асимметрии, выражающейся в замедлении биоэлектрических потенциалов на стороне патологии, увеличение регулярности ритмики; существенное уменьшение индекса эпилептиформной активности на стороне патологии и снижение нарушений билатерально-синхронного характера; 2) положительная динамика на ЭКоГ: значимое уменьшение индекса регулярной эпилептиформной активности; 3) отсутствие или наличие остаточной эпилептиформной активности, оцениваемое в прилежащих к зоне резекции участках коры. Статистическая обработка проводилась с применением пакета Statistica 10.

Результаты. У пациентов младшего возраста наблюдались более выраженные положительные изменения картины ЭЭГ уже во время операции. Выявлена зависимость между возрастом пациентов и положительной динамикой на интраоперационной ЭЭГ. Выявлена обратная корреляция длительности заболевания и положительной динамики на скальповой ЭЭГ во время операции ($p = 0,1560$). Обнаружены различия в наличии остаточной эпилептиформной активности на контрольной ЭКоГ у пациентов в зависимости от длительности анамнеза эпилепсии. Хотя статистическая значимость этой тенденции не достигнута, но чем длительнее анамнез приступов, тем более выражена остаточная эпилептиформная активность.

При лобной и теменно-затылочной локализациях патологии чаще, чем при височной, наблюдалась редукция эпилептиформной активности на контрольной ЭКоГ. При лобной локализации патологии чаще регистрировалась остаточная эпилептиформная активность на контрольной ЭКоГ. Статистическая значимость не достигнута. Также у пациентов с сохранением приступов (исходы II, III, IV, V по шкале исходов ILAE) чаще регистрировалась остаточная эпилептиформная активность на ЭКоГ после резекции эпилептогенного повреждения.

Выводы. В ходе резективных вмешательств по поводу симптоматической эпилепсии у детей вероятность положительных изменений на интраоперационной ЭЭГ тем больше, чем моложе пациент.

Интраоперационная ЭКоГ является одним из полезных, но не определяющих успех, инструментов в хирургии эпилепсии. Не обнаружено статистически значимой связи между наличием остаточной эпилептиформной активности в прилежащих к зоне резекции отделах коры на ЭКоГ и исходом хирургического лечения в отношении приступов.

При отсутствии остаточной эпилептиформной активности в соседних с резецированными областями коры на ЭКоГ в 3 раза чаще наблюдалось прекращение приступов в катамнезе, чем их продолжение. Статистическая значимость не достигнута.

Удаление ФКД III типа и опухолей сопровождается более полным устранением эпилептиформной активности, чем резекция ФКД I типа, уровень статистической значимости $p = 0,0305$.

Ключевые слова: электрокортикография, интраоперационный мониторинг, височная эпилепсия, экстраатемпоральная эпилепсия, фармакорезистентная эпилепсия

Для цитирования: Козлова А.Б., Корсакова М.Б., Архипова Н.А. и др. Исследование связи динамики интраоперационной ЭЭГ и ЭКоГ с возрастом, длительностью анамнеза и исходами хирургического лечения у детей с симптоматической эпилепсией. Русский журнал детской неврологии 2022;17(4):24–32. DOI: 10.17650/2073-8803-2022-17-4-24-32

The relation of changes in intraoperative EEG and ECoG with age, anamnesis duration and outcome of surgical treatment in children with symptomatic epilepsy

A.B. Kozlova, M.B. Korsakova, N.A. Arkhipova, P.A. Vlasov, A.G. Melikyan, L.V. Shishkina, E.L. Masherov

N.N. Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery, Ministry of Health of Russia; 16 4-ya Tverskaya-Yamskaya St., Moscow 125047, Russia

Contacts: Antonina Borisovna Kozlova AKozlova75@gmail.com

Aim. To reveal relation of change in intraoperative electroencephalography (EEG), electrocorticography (ECoG) with age of patients, the anamnesis duration, localization and type of pathology, the result of treatment.

Materials and methods. 64 patients with symptomatic epilepsy operated at N.N. Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery of the Ministry of Health of Russia from 2010 to 2016. 28 males, 36 females, age from 3 months to 18 years, on average 7,2 years. The pathology localization: temporal – 21 cases, occipital and parietal – 18, frontal – 25. Pathomorphology: 12 patients with focal cortical dysplasia (FCD) I, 20 patients with FCD II, 5 patients with FCD III, 4 patients with tuberous sclerosis, 20 patients with low grade tumors, and 3 cases else. The duration of disease is from 61 to 5081 days. Catamnesis (follow-up) ranged from 364 to 1877 days. There was four criteria for including patients in research: intraoperative EEG, presence of initial and control registration of ECoG, follow-up above 364 days.

There are three hallmarks selected as significant concerning the efficiency of neurophysiological monitoring: 1) the positive changes in scalp EEG: decrease of interhemispheric asymmetry due to reduction of slow activity on the side of pathology; significant reduction of the unilateral epileptiform activity on the side of pathology and bilateral if exist; 2) the positive changes in ECoG: significant reduction of the regular epileptiform activity; 3) the absence or existence of residual epileptiform activity in adjacent to resected pathology sites. The statistical processing carried out with application of a Stat10 package.

Results. The more expressed positive dynamics of EEG were revealed in patients of smaller age already during operation. A correlation was found between the age of patients and the positive dynamics of intraoperative EEG. An inverse correlation was found between the duration of the disease and the positive dynamics of the scalp EEG during surgery ($p = 0.1560$).

The EEG changes during surgery were shown more often with reduction of the seizure anamnesis. There was found out that residual epileptiform activity on ECoG occurred more often at patients with longer anamnesis of a disease and at patients with frontal localization of pathology. The residual epileptiform activity on ECoG was registered more often at patients with preservation of seizures (outcomes 2, 3, 4, 5 ILAE).

Conclusions. During resective interventions for symptomatic epilepsy in children the probability of positive changes was the more, the younger the patient was.

Intraoperative ECoG is one of the useful tools in epilepsy surgery, but it does not definitely determine success. There was no statistically significant relationship between the presence of residual epileptiform signs on the ECoG in the cortex adjacent to the removal area and the outcome of surgical treatment for seizures.

Patients in follow-up had three times fewer seizures in the absence of residual epileptiform activity on the ECoG of adjacent to the resected areas of the cortex. The dependence is statistically insignificant.

Removal of FCD type III and tumors is accompanied by a more complete elimination of epileptiform activity than FCD I, the level of statistical significance of $p = 0.0305$.

Keywords: electrocorticography, intraoperative, temporal epilepsy, extratemporal epilepsy, pharmacoresistant epilepsy

For citation: Kozlova A.B., Korsakova M.B., Arkhipova N.A. et al. The relation of changes in intraoperative EEG and ECoG with age, anamnesis duration and outcome of surgical treatment in children with symptomatic epilepsy. Russkiy zhurnal detskoy neurologii = Russian Journal of Child Neurology 2022;17(4):24–32. (In Russ.). DOI: 10.17650/2073-8803-2022-17-4-24-32

Введение

Электрокортикография и картирование коры при хирургическом лечении эпилепсии были впервые описаны Пенфилдом в 1939 г. [17]. Успешное хирургическое лечение эпилепсии с достижением контроля над приступами основано на принципе необходимости резекции эпилептогенной зоны, ответственной за генерацию приступов [17]. Однако границы ирритативной зоны, визуализируемого по данным магнитно-резонансной томографии поражения мозга, зоны начала приступов могут не совпадать с границами эпилептогенной зоны у конкретного пациента. Принято считать, что эпилептогенная зона включает зону начала приступа и ирритативную зону, генерирующую частые интериктальные разряды [15, 16, 18]. Основной задачей интраоперационной электрокортикографии является определение границ ирритативной зоны. Маркером этой зоны служат интериктальные разряды.

Интраоперационная регистрация биопотенциалов головного мозга используется при хирургии эпилепсии без малого на протяжении последнего столетия. И все это время не прекращаются разногласия относительно необходимости и эффективности этих исследований в отношении как контроля над приступами, так и экономии средств и времени в процессе операции [14, 20, 24]. Выявлены отдельные виды эпилептогенных поражений мозга, при которых интраоперационные исследования необязательны либо наиболее эффективны [21].

В настоящей работе сделана очередная попытка установить взаимосвязь динамики интраоперационной скальповой электроэнцефалограммы (ЭЭГ) и электрокортикограммы (ЭКоГ) с возрастом, длительностью анамнеза, патоморфологией повреждения мозга, исходами хирургического лечения у детей с симптоматической эпилепсией.

Цель исследования — выявить связь динамики интраоперационной ЭКоГ, скальповой ЭЭГ с возрастом пациентов, длительностью анамнеза эпилептических приступов, локализацией и типом патоморфологии эпилептогенного повреждения мозга и исходами хирургического лечения в отношении контроля над приступами.

Материалы и методы

Проводился анализ данных интраоперационной ЭКоГ и скальповой ЭЭГ 64 пациентов детского возраста с симптоматической фармакорезистентной эпилепсией, прооперированных в ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко» Минздрава России в период с 2010 по 2016 г. Выборка была составлена в соответствии со следующими критериями отбора: у всех пациентов зарегистрированы интраоперационная скальповая ЭЭГ, ЭКоГ до резекции, и выполнена контрольная

регистрация после резекции эпилептогенного повреждения мозга. Также критерием включения пациентов в исследование был срок катамнеза более 364 дней после операции. Скальповая ЭЭГ регистрировалась с помощью не менее 8 игольчатых электродов, расположенных билатерально симметрично над различными отделами головного мозга. Регистрация ЭКоГ проводилась при инфузионном введении пропофола 5–6 мг/кг/ч, фентанила 0,001–0,0015 мг/кг/ч, миорелаксантов. Исходы лечения оценивались по шкале исходов Международной противоэпилептической лиги (International League Against Epilepsy, ILAE) 2001 г. Исходы распределены следующим образом: I — 44, II — 2, III — 3, IV — 7, V — 8 случаев. Согласно патоморфологическому анализу биопсийного материала были выявлены следующие гистологические типы патологии: фокальная кортикальная дисплазия (ФКД) I типа — 12 случаев, ФКД II типа — 20, ФКД III типа — 5 (из них 4 сочетались с опухолью, 1 — со склерозом гиппокампа), туберозный склероз — 4, опухоли низкой степени злокачественности — 20; другие патологии отмечались в 3 случаях. Характеристика ФКД проводилась в соответствии с классификацией Блумке 2011 г. [9]. Длительность анамнеза эпилептических приступов варьировала от 61 до 5081 дня (в среднем 1653 дня), срок катамнеза после операции — от 364 до 1877 дней (в среднем 575 дней). Возраст пациентов к моменту операции составлял от 3 мес до 18 лет (средний возраст — 7,2 года). Всем пациентам проводились резекции эпилептогенного повреждения мозга под контролем ЭКоГ одним и тем же хирургом. Регистрация биоэлектрической активности мозга проводилась посредством видео-ЭЭГ-комплекса Nicolet OneV44 (США). Для интраоперационной регистрации ЭКоГ использовались 4-, 8-контактные пластинки электродов.

Как значимые с точки зрения эффективности интраоперационного нейрофизиологического мониторинга были отобраны 3 критерия:

Положительная динамика на скальповой ЭЭГ: снижение межполушарной асимметрии биопотенциалов за счет уменьшения замедления биопотенциалов на стороне патологии, увеличение регулярности ритмики; значимое уменьшение индекса эпилептиформной активности на стороне патологии и билатерально-синхронного характера, если таковые были исходно.

Положительная динамика на ЭКоГ: значимое уменьшение индекса эпилептиформной активности.

Отсутствие или наличие остаточной эпилептиформной активности после удаления патологического субстрата, оцениваемое в прилежащих к резекционной ране участках коры.

При ретроспективном анализе ЭКоГ нам хотелось найти простые критерии быстрой оценки динамики интраоперационных исследований. При этом интересовал вопрос, как связаны выбранные изменения

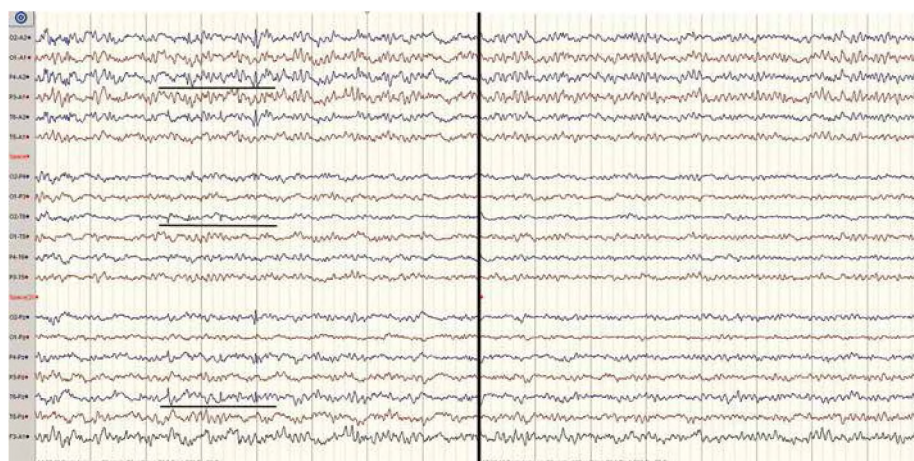


Рис. 1. Положительная динамика на интраоперационной электроэнцефалограмме у пациента 18 лет с фокальной кортикальной дисплазией типа IIa правой лобно-медиальной локализации. Медленные колебания и острые потенциалы в правых отведениях (синие трассы) до удаления — слева; сглаживание межполушарной асимметрии и редукция эпилептиформных потенциалов после удаления — справа

Fig. 1. Positive dynamics on the intraoperative electroencephalogram in 18-year-old patient with focal cortical dysplasia type IIa of the right fronto-medial localization. Slow fluctuations and sharp potentials in the right leads (blue traces) before removal — on the left; smoothing of interhemispheric asymmetry and reduction of epileptiform potentials after removal — on the right

интраоперационной ЭЭГ и ЭКоГ с возрастом, длительностью анамнеза, исходами хирургического лечения.

Наблюдаемые в процессе операции изменения скальповой ЭЭГ иногда были очень выраженными (рис. 1).

В настоящей работе был принят критерий положительной динамики по данным электрокортикографии. Этот критерий относился к частоте проявления эпилептиформных феноменов на ЭКоГ и к динамике проявления характерных паттернов (рис. 2) [2, 11].

При этом отсутствие положительной динамики не всегда означало неблагоприятную ситуацию для пациента, поскольку в части случаев изначально не наблюдалось выраженной эпилептиформной активности на фоновой ЭКоГ.

Проведен статистический анализ изменений ЭЭГ, ЭКоГ в зависимости от данных анамнеза эпилепсии, локализации и типа патологии, исходов лечения. Статистический анализ данных выполняли с использованием пакета статистической обработки Statistica 10.

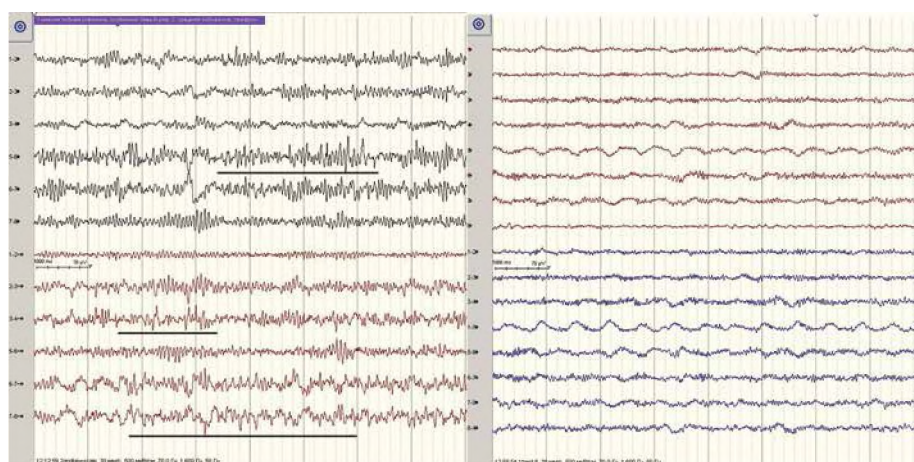


Рис. 2. Положительная динамика на интраоперационной электрокортикограмме у пациента 9 лет с фокальной кортикальной дисплазией типа IIb левой лобной области. Локальные медленные колебания в сочетании со спорадическими эпилептиформными спайками и сергруппированными спайками до удаления — слева; отсутствие эпилептиформной активности и локального замедления, пульсовые сосудистые артефакты на границе с раной после резекции мальформации — справа

Fig. 2. Positive dynamics on the intraoperative electrocorticogram in 9-year-old patient with focal cortical dysplasia type IIb of the left frontal region. Local slow fluctuations in combination with sporadic epileptiform spikes and grouped spikes before removal — on the left; absence of epileptiform activity and local slowing, pulse vascular artifacts at the border with the wound after resection of the malformation — on the right

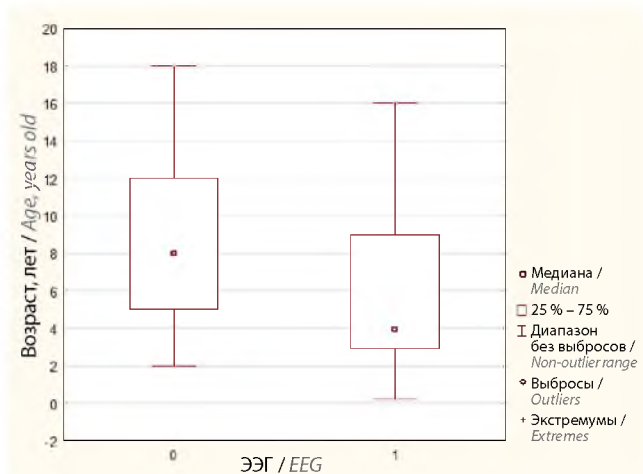


Рис. 3. Влияние возраста ребенка на вероятность появления положительной динамики на электроэнцефалограмме (ЭЭГ) во время операции. Ось абсцисс: 0 – отсутствие, 1 – наличие положительной динамики

Fig. 3. Influence of the child's age on the probability of positive dynamics on the electroencephalogram (EEG) during surgery. Abscissa axis: 0 – absence, 1 – presence of positive dynamics

Применяли метод дисперсионного анализа и метод таблиц сопряженности с использованием критерия χ^2 .

Результаты

У детей более младшего возраста чаще наблюдалась положительная динамика на ЭЭГ во время операции. Средний возраст пациентов в группе с наличием положительной динамики на ЭЭГ статистически значимо ниже ($p = 0,019998$), чем у пациентов без положительной динамики: 4 и 8 лет соответственно (рис. 3).

Отмечена тенденция, не доходящая до степени статистической значимости, более частого проявления положительной динамики ЭЭГ при анамнезе эпилепсии меньшей длительности ($p = 0,1559$) (рис. 4).

Не обнаружено связи между положительными изменениями интраоперационной ЭЭГ и исходами лечения ($p = 0,3646$ по критерию Пирсона). Также не обнаружено статистически значимой связи между наличием резидуальных эпилептиформных разрядов на ЭКоГ в прилежащих к зоне удаления отделах коры и исходом хирургического лечения в отношении приступов ($p = 0,5255$ по критерию Пирсона), хотя при отсутствии остаточной эпилептиформной активности в 3 раза чаще, чем при ее наличии, отмечалось отсутствие приступов в анамнезе (рис. 5).

При ФКД типа III и опухолях статистически значимо реже регистрировались эпилептиформные феномены после резекции патологического образования ($p = 0,0305$). При ФКД I типа эпилептиформная активность чаще (статистически незначимо) сохранялась в соседних с областью резекции участках коры (см. таблицу).

В нашем исследовании выявлена зависимость между наличием резидуальной эпилептиформной

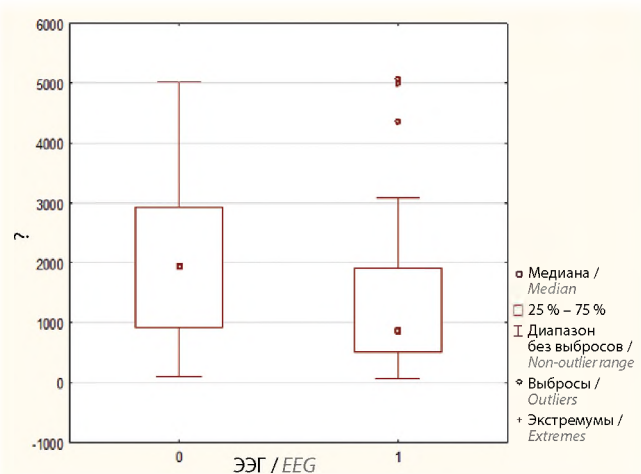


Рис. 4. Влияние длительности анамнеза эпилепсии на вероятность появления положительной динамики на электроэнцефалограмме (ЭЭГ) во время операции. Ось абсцисс: 0 – отсутствие, 1 – наличие положительной динамики

Fig. 4. Influence of the duration of epilepsy on the probability of positive changes on the electroencephalogram (EEG) during surgery. Abscissa axis: 0 – absence, 1 – presence of positive dynamics

активности и типом патологии. Максимально полное подавление эпилептиформной активности наблюдалось при сочетаниях ФКД с органическим поражением мозга (опухолью, гиппокампальным склерозом, сосудистым поражением), во всех 5 случаях остаточная эпилептиформная активность отсутствовала. После удаления опухоли эпилептиформная активность регистрировалась на ЭКоГ в 6 (30 %) случаях из 20. При ФКД I типа чаще, чем при других видах поражения мозга, наблюдалась резидуальная эпилептиформная активность – в 9 (75 %) случаях из 12. В 8 из 9 этих случаев дисплазия локализовалась в лобной доле.

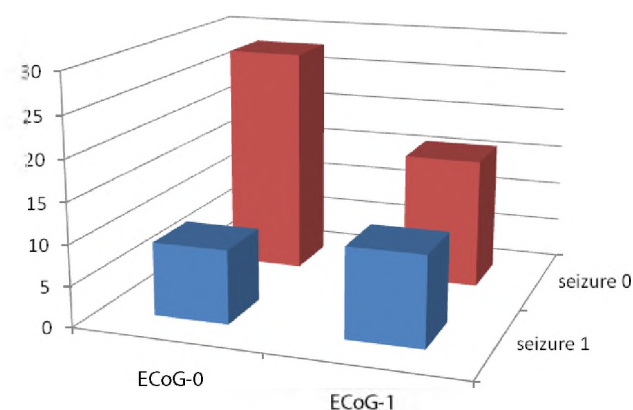


Рис. 5. Наличие (p/res epi ECoG-1) или отсутствие (p/res epi ECoG-0) остаточной эпилептической активности на контрольной электрокортикограмме у пациентов без приступов в анамнезе (seizure 0) и с их наличием (seizure 1)

Fig. 5. Presence (p/res epi ECoG-1) or absence (p/res epi ECoG-0) of residual epileptic activity on the control electrocorticogram in patients without seizures in follow-up (seizure 0) and with seizures in follow-up (seizure 1)

Наличие или отсутствие остаточной эпилептиформной активности в зависимости от гистологического типа эпилептогенного поражения мозга

Presence or absence of residual epileptiform activity depending on the histological type of epileptogenic brain damage

Гистологический тип поражения Histological type of brain damage	Остаточная эпилептиформная активность отсутствует No residual epileptiform activity	Остаточная эпилептиформная активность регистрируется Residual epileptiform activity is recorded	Всего Total
Фокальная кортикальная дисплазия I типа Focal cortical dysplasia type I	3	9	12
Фокальная кортикальная дисплазия II типа Focal cortical dysplasia type II	11	9	20
Фокальная кортикальная дисплазия III типа Focal cortical dysplasia type III	5	0	5
Туберозный склероз Tuberous sclerosis	2	2	4
Опухоль Tumor	14	6	20
Гетеротопия Heterotopia	2	1	3
Всего Total	37	27	64

Обращает внимание относительно большое число случаев с остаточной эпилептиформной активностью при ФКД II типа — 45 % (9 случаев из 20). У 5 из 9 пациентов мальформация поражала лобную долю. У 4 из этих 5 пациентов объем резекции был ограничен непосредственным соседством с функционально незаменимыми двигательными зонами коры, у 1 пациента резидуальная эпилептиформная активность регистрировалась на отдалении от зоны вмешательства — в медиальных базальных отделах лобной доли. Таким образом, доля случаев без остаточной эпилептиформной активности у пациентов с ФКД II типа могла бы быть более полной без ограничения соседством с моторной корой.

Несмотря на отсутствие четкой корреляции наличия остаточной эпилептиформной активности после удаления патологического субстрата с исходами в отношении приступов, выявлены полезные тенденции. В частности, при ФКД II типа среди пациентов без остаточной эпилептиформной активности на интраоперационной ЭКоГ только у 1 (9 %) из 11 пациентов отмечались приступы в катамнезе, тогда как при ее наличии приступы продолжались у 4 (44 %). При ФКД I типа без остаточной эпилептиформной активности у 1 (33 %) из 3 пациентов отмечались приступы в катамнезе, тогда как при ее наличии приступы регистрировались у 5 (56 %) из 9.

При опухолевом поражении доля пациентов с приступами в катамнезе была примерно одинакова при наличии (17 %, 1 случай из 6) и отсутствии (29 %, 4 случая из 14) остаточной эпилептиформной активности. Такая же тенденция наблюдалась при тубе-

розном склерозе: по 50 % в обоих случаях (1 случай из 2).

Таким образом, можно отметить, что чувствительность обнаружения остаточной эпилептиформной активности в отношении исходов по приступам наиболее велика при ФКД II типа.

Остаточные эпилептиформные феномены чаще наблюдались при лобной локализации патологии (52 % случаев) по сравнению с височной (38 %) и теменно-затылочной (33 %) локализацией (рис. 6).

С помощью ЭКоГ-маркера в виде эпилептиформной активности наиболее эффективно определялась ирритативная зона при опухолевом поражении мозга либо при сочетании ФКД с органическим поражением (опухолью, гиппокампальным склерозом, сосудистым поражением).

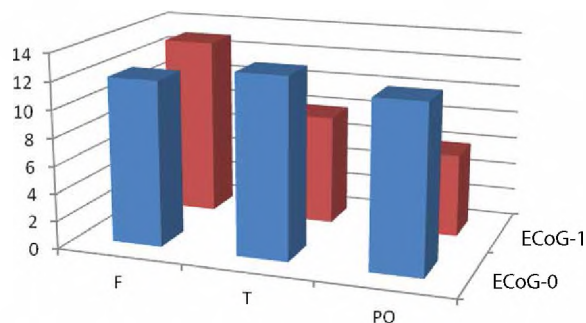


Рис. 6. Наличие (p/res epi ECoG-1) или отсутствие (p/res epi ECoG-0) остаточной эпилептической активности в зависимости от локализации эпилептогенного поражения мозга
Fig. 6. Presence (p/res epi ECoG-1) or absence (p/res epi ECoG-0) of residual epileptic activity depending on the localization of epileptogenic brain damage

Обсуждение

В нашем исследовании преобладали пациенты с ФКД, составляя 59 % от общего числа пациентов. Именно для этой категории больных фармакорезистентной эпилепсией чаще, чем при другой этиологии заболевания, применим хирургический метод лечения [12, 13]. В детской популяции больных симптоматической эпилепсией чаще, чем во взрослой, наблюдается расхождение данных дооперационных исследований, особенно у детей младше 4 лет. Это обусловлено нечеткостью данных магнитно-резонансной томографии из-за продолжающейся миелинизации, кроме того, маленькие дети не сообщают об аурах, возможна имитация возрастзависимых доброкачественных эпилептиформных паттернов на ЭЭГ, приступы могут выглядеть как генерализованные, маскируя фокальный характер нарушений [12]. Поэтому именно для детей — кандидатов на хирургическое лечение симптоматической эпилепсии — увеличивается потребность в интраоперационном уточнении локализации и протяженности эпилептогенного поражения мозга с помощью электрокортикографии.

Интраоперационные нейрофизиологические исследования обязательно применяются в случаях неполной конгруэнтности данных предхирургического обследования, при предположении о наличии ФКД I типа либо отсутствии изменений мозга по данным нейровизуализирующих методик, близости к зоне интереса функционально незаменимых зон мозга, а также при предположении о наличии сопутствующей дисплазии коры при опухоли, гиппокампальном склерозе, сосудистых поражениях [1, 5, 6]. Описаны специфические паттерны, характерные для определенных видов дисплазий [3, 4].

По данным ряда авторов, само по себе наличие эпилептиформных спорадических разрядов на пострезекционной ЭКоГ не влияет на исходы в отношении приступов [22, 23]. Однако исчезновение характерных паттернов, отсутствие регулярной эпилептиформной активности, распространенность пострезекционных спайков локально близ границ резекции являются хорошими прогностическими признаками в отношении исходов [6, 26, 27].

У малой части пациентов на пререзекционной ЭКоГ не наблюдалось выраженной регулярной эпилептиформной активности. Это может объясняться рядом причин, одна из основных — влияние общей внутривенной анестезии [7, 19]. У детей младше 4 лет часто наблюдалась реакция учащения ритмики ЭЭГ до бета-диапазона, маскирующая острые эпилептиформные потенциалы.

При височной локализации поражения любого типа остаточные или даже появляющиеся вновь

спайки на преимущественно базальной коре регистрировались при резекции медиальных структур височной доли: амигдалы и гиппокамп, что согласуется с данными литературы [9, 10]. Это свидетельствует о том, что при височных очагах с необходимостью резекции амигдало-гиппокампального комплекса прогностическая значимость пострезекционных спайков на ЭКоГ низка относительно очагов эпилептогенного поражения мозга другой локализации.

В нашей работе при лобных очагах чаще, чем при височной и теменно-затылочной локализации поражения, регистрировалась остаточная эпилептиформная активность на ЭКоГ. Возможен вклад описанного при лобных и височных очагах феномена «активации коры парциальной резекцией», связанного не с повреждением коры, но со снижением порога экспрессии эпилептиформной активности в эпилептизированной коре при ее дисконнекции [10, 26, 27].

Выявленная в нашей работе более частая встречаемость положительной динамики на интраоперационной скальповой ЭЭГ у детей более младшего возраста может объясняться меньшей зрелостью и большей реактивностью детского мозга. Разрушение эпилептической системы «освобождает» механизмы, действующие в мозге без постоянного модулирующего воздействия эпилептического очага. Чем короче анамнез эпилепсии, тем четче прослеживается тенденция к нормализации корковой ритмики на ЭЭГ во время операции.

Таким образом, по нашему мнению, сформулированы практически полезные критерии для оценки динамики биопотенциалов мозга в ходе хирургического лечения симптоматической эпилепсии у детей. Проанализирована их значимость и проведено сопоставление с возрастом пациентов, гистологическим типом поражения мозга и исходами лечения в отношении приступов.

Выводы

Установлено, что в ходе резективных вмешательств по поводу симптоматической эпилепсии у детей вероятность положительных изменений на интраоперационной ЭЭГ тем больше, чем моложе пациент.

Не обнаружено статистически значимой связи между наличием резидуальных эпилептиформных знаков на ЭКоГ в прилежащих к зоне удаления отделах коры и исходом хирургического лечения в отношении приступов. Однако при отсутствии остаточной эпилептиформной активности на ЭКоГ в 3 раза чаще наблюдалось прекращение приступов в катамнезе, чем при ее наличии. Удаление ФКД III типа и опухолей сопровождалось более полным устранением эпилептиформной активности, чем удаление ФКД I типа ($p = 0,0305$).

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Гриненко О.А., Головтеев А.Л., Коптелова А.М. и др. Хирургия эпилепсии при многоочаговом поражении головного мозга. Опыт лечения детей с туберозным склерозом. Вестник эпилептологии 2014;(1):3–16.
Grinenko O.A., Golovtsev A.L., Koptelova A.M. Epilepsy surgery with multifocal brain damage. Experience in the treatment of children with tuberous sclerosis. Vestnik epileptologii = Bulletin of Epileptology 2014;(1):3–16. (In Russ.)
2. Козлова А.Б., Архипова Н.А., Головтеев А.Л. и др. Сочетание нейронально-глиальной опухоли и микродисгенезии коры у ребенка с симптоматической эпилепсией. Нейрохирургия и неврология детского возраста 2015;2(44):25–34.
Kozlova A.B., Arkhipova N.A., Golovtsev A.L. et al. Combination of neuronal-glial tumor and cortical microdysgenesis in a child with symptomatic epilepsy. Neurokhirurgiya i neurologia detskogo vozrasta = Neurosurgery and pediatric neurology 2015;2(44):25–34. (In Russ.)
3. Корсакова М.Б., Козлова А.Б., Архипова Н.А. и др. Сопоставление электрокортикографических паттернов и типов фокальных корковых дисплазий у детей с эпилепсией. Вопросы нейрохирургии 2015;(5):19–27. DOI: 10.17116/neiro201579519-27
Korsakova M.B., Kozlova A.B., Arkhipova N.A. et al. Comparison of electrocorticographic patterns with focal cortical dysplasia types in children with epilepsy. Voprosy Neurokhirurgii = Problems of Neurosurgery 2015;79(5):19–27. (In Russ.). DOI: 10.17116/neiro201579519-27
4. Мухин К.Ю. Фокальные кортикальные дисплазии: клинико-электро-нейровизуализационные характеристики. Русский журнал детской неврологии 2016;11(2):8–24.
DOI: 10.17650/2073-8803-2016-11-2-8-24
Mukhin K.Yu. Focal cortical dysplasias: clinical and electro-neuroimaging characteristics. Russkiy zhurnal detskoy neurologii = Russian Journal of Child Neurology 2016;11(2):8–24. (In Russ.). DOI: 10.17650/2073-8803-2016-11-2-8-24
5. Степаненко А.Ю. Кортикальные дисплазии как эпилептогенные поражения. Нейрохирургия 2013;(3):85–91.
DOI: 10.17650/1683-3295-2013-0-3-85-91
Stepanenko A.Yu. Cortical dysplasias as epileptogenic lesions. Neurokhirurgia = Neurosurgery 2013;(3):85–91. (In Russ.). DOI: 10.17650/1683-3295-2013-0-3-85-91
6. Степаненко А.Ю., Архипова Н.А., Пронин И.Н. и др. Обоснование применения интраоперационной электрокортикографии для определения границ резекции в хирургии височной эпилепсии. Нейрохирургия 2011;(3):43–9.
Stepanenko A.Yu., Arkhipova N.A., Pronin I.N. et al. Reason of the use of intraoperative electrocorticography to determine the boundaries of resection in temporal lobe epilepsy surgery. Neurokhirurgia = Neurosurgery 2011;(3):43–9. (In Russ.)
7. Al-Ghanem S.S., Al-Oweidi A.S., Tamimi A.F. et al. Anesthesia and electrocorticography for epilepsy surgery: a Jordanian experience. Middle East J Anaesthesiol 2009;20(1):31–7.
8. Blume W.T., Parent A.G., Kaibara M. Stereotactic amygdalohypocamptomy and mesial temporal spikes. Epilepsia 1997;38(8):930–6. DOI: 10.1111/j.1528-1157.1997.tb01259.x
9. Blümcke I., Thom M., Aronica E. et al. The clinicopathologic spectrum of focal cortical dysplasias: a consensus classification proposed by an ad hoc Task Force of the ILAE Diagnostic Methods Commission. Epilepsia 2011;52(1):158–74.
DOI: 10.1111/j.1528-1167.2010.02777.x
10. Cendes F., Dubeau F., Olivier A. et al. Increased neocortical spiking and surgical outcome after selective amygdalo-hippocampectomy. Epilepsy Res 1993;16(3):195–206. DOI: 10.1016/0920-1211(93)90080-q
11. Ferrier C.H., Alarcon G., Engelsman J. et al. Relevance of residual histologic and electrocorticographic abnormalities for surgical outcome in frontal lobe epilepsy. Epilepsia 2001;42(3):363–71.
DOI: 10.1046/j.1528-1157.2001.06900.x
12. Holthausen H., Pieper T., Winkler P. et al. Electro-clinical-pathological correlations in focal cortical dysplasia (FCD) at young ages. Childs Nerv Syst 2014;30(12):2015–26. DOI: 10.1007/s00381-014-2549-6
13. Kumar R.M., Koh S., Knupp K. et al. Surgery for infants with catastrophic epilepsy: an analysis of complications and efficacy. Childs Nerv Syst 2015;31(9):1479–91. DOI: 10.1007/s00381-015-2759-6
14. Kuruvilla A., Flink R. Intraoperative electrocorticography in epilepsy surgery: useful or not? Seizure 2003;12(8):577–84.
15. Luders H.O., Engel J.Jr., Munari C. General principles. In: Surgical Treatment of Epilepsies. New York: Raven Press, 1993. Pp. 137–153.
16. Luders H.O., Awad I. Conceptual considerations. In: Epilepsy Surgery. New York: Raven Press, 1991. Pp. 51–62.
17. Penfield W. The epilepsies: with a note on radical therapy. N Engl J Med 1939;221:209–18.
18. Rasmussen T. Characteristics of a pure culture of frontal lobe epilepsy. Epilepsia 1983;24:482–93.
19. San-Juan D., Alonso-Vanegas M.A., Trenado C. et al. Electrocorticographic patterns in epilepsy surgery and long-term outcome. J Clin Neurophysiol 2017;34(6):520–6.
DOI: 10.1097/WNP.0000000000000407
20. Sun Y., Wang X., Che N. et al. Clinical characteristics and epilepsy outcomes following surgery caused by focal cortical dysplasia (type IIa) in 110 adult epileptic patients. Exp Ther Med 2017;13(5):2225–34.
DOI: 10.3892/etm.2017.4315
21. Yang T., Hakimian S., Schwartz T.H. Intraoperative ElectroCorticoGraphy (ECog): indications, techniques, and utility in epilepsy surgery. Epileptic Disord 2014;16(3):271–9.
DOI: 10.1684/epd.2014.0675
22. Tran T.A., Spencer S.S., Javidan M. et al. Significance of spikes recorded on intraoperative electrocorticography in patients with brain tumor and epilepsy. Epilepsia 1997;38(10):1132–9.
23. Tripathi M., Garg A., Gaikwad S. et al. Intra-operative electrocorticography in lesional epilepsy. Epilepsy Res 2010;89(1):133–41.
DOI: 10.1016/j.epilepsyres.2009.12.007
24. Wennberg R., Quesney L.F., Lozano A. et al. Role of electrocorticography at surgery for lesion-related frontal lobe epilepsy. Can J Neurol Sci 1999;26(1):33–9.
25. Wennberg R., Quesney F., Olivier A. et al. Electrocorticography and outcome in frontal lobe epilepsy. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 1998;106(4):357–68.
DOI: 10.1016/s0013-4694(97)00148-x
26. Wennberg R., Quesney F., Olivier A. et al. Induction of burst-suppression and activation of epileptiform activity after methohexital and selective amygdalo-hippocampectomy. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 1997;102(5):443–51.
DOI: 10.1016/s0921-884x(97)96052-5. Erratum in: Electroencephalogr Clin Neurophysiol 1998;106(3):265.
27. Wennberg R.A., Quesney L.F., Villemure J.G. Epileptiform and non-epileptiform paroxysmal activity from isolated cortex after functional hemispherectomy. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 1997;102(5):437–42. DOI: 10.1016/s0921-884x(97)96047-1

ORCID авторов / ORCID of authors

А.Б. Козлова / A.B. Kozlova: <https://orcid.org/0000-0002-8366-8254>

М.Б. Корсакова / M.B. Korsakova: <https://orcid.org/0000-0002-6287-047X>

П.А. Власов / P.A. Vlasov: <https://orcid.org/0000-0003-2381-8609>

А.Г. Меликян / A.G. Melikyan: <https://orcid.org/0000-0003-0737-5983>

Л.В. Шишкина / L.V. Shishkina: <https://orcid.org/0000-0001-7045-2370>

Е.Л. Машеров / E.L. Masherov: <https://orcid.org/0000-0003-1082-1390>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Финансирование. Исследование выполнено без спонсорской поддержки.

Funding. The study was performed without external funding.

Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики. Протокол исследования одобрен локальным этическим комитетом ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко» Минздрава России.

Compliance with patient rights and principles of bioethics. The study protocol was approved by the biomedical ethics committee of N.N. Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery, Ministry of Health of Russia.