

ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕТОДОВ МОНИТОРИНГА БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА ПРИ ВИСОЧНОЙ ФАРМАКОРЕЗИСТЕНТНОЙ ЭПИЛЕПСИИ

Марченко Е. В., Александров А. М., Одинцова Г. В.,
Чухловин А. А.

Российский научно-исследовательский нейрохирургический институт имени профессора А. Л. Поленова — филиал федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

Контактная информация:

Марченко Елена Владимировна,
РНХИ им. проф. А. Л. Поленова,
ул. Маяковского, д. 12, Санкт-Петербург,
Россия, 191014.
E-mail: lm_sovushka@mail.ru

Статья поступила в редакцию 31.08.2021
и принята к печати 05.11.2021.

Резюме

Актуальность. Основу прехирургического нейрофизиологического обследования больных с фармакорезистентной структурной эпилепсией составляют методики мониторинга биоэлектрической активности головного мозга: видео-электроэнцефалографический мониторинг (видео-ЭЭГ-мониторинг), а при наличии показаний — длительный инвазивный мониторинг. Исследование выполнено с целью оценки диагностической эффективности методов мониторинга биоэлектрической активности головного мозга исходя из отдаленных результатов хирургического лечения больных с височной структурной фармакорезистентной эпилепсией. **Материалы и методы.** В исследование включен 61 пациент с височной фармакорезистентной эпилепсией, которые были разделены на две группы: выполнение только видео-ЭЭГ мониторинга (33 человека) и дополнительное использование инвазивного мониторинга для локализации эпилептогенной зоны (28 человек). Каждая группа в зависимости от исходов хирургического лечения была разделена на подгруппы: пациенты, у которых прекратились судорожные приступы (Engel 1), и пациенты, у которых сохраняются судорожные приступы в той или иной степени (Engel 2-3-4). Для расчета диагностической эффективности референсной методикой был выбран инвазивный мониторинг с регистрацией иктального события. **Результаты.** Инвазивный мониторинг, выполняемый в рамках прехирургического обследования больных с височной фармакорезистентной эпилепсией, обладает более высокой чувствительностью (72,7 %) и точностью (82,4 %), чем видео-ЭЭГ-мониторинг (чувствительность 50 %, точность 45,9 %). **Заключение.** При простых монофокальных вариантах структурной эпилепсии видео-ЭЭГ-мониторинг обладает достаточным уровнем диагностической эффективности. Феномен конвергенции нейрофизиологических фенотипов обуславливает снижение диагностической эффективности неинвазивного и инвазивного мониторинга.

Ключевые слова: биоэлектрическая активность головного мозга, височная эпилепсия, инвазивный мониторинг, клиническая нейрофизиология, электроэнцефалографический мониторинг, эпилептическая система.

Для цитирования: Марченко Е.В., Александров А.М., Одинцова Г.В. и др. Диагностическая эффективность методов мониторинга биоэлектрической активности головного мозга при височной фармакорезистентной эпилепсии. Трансляционная медицина. 2021;8(5):21-28. DOI: 10.18705/2311-4495-2021-8-5-21-28

DIAGNOSTIC EFFICIENCY OF MONITORING METHODS OF BRAIN BIOELECTRIC ACTIVITY IN TEMPORAL LOBE PHARMACORESISTANT EPILEPSY

Marchenko E. V., Aleksandrov A. M., Odintsova G. V.,
Chukhlov A. A.

Polenov Neurosurgical Institute — branch of the Almazov National
Medical Research Centre

Corresponding author:

Marchenko Elena V.,
Polenov Neurosurgical Institute,
St. Mayakovsky, 12, St. Petersburg, Russia,
191014.
E-mail: lm_sovushka@mail.ru

Received 31 August 2021; accepted
05 November 2021.

Abstract

Background. The basis of pre-surgical neurophysiological examinations of patients with pharmaco-resistant structural epilepsy is the method of monitoring bioelectrical activity of the brain, video-electroencephalographic monitoring and, if indicated, long-term invasive monitoring. **Objective.** The goal of the study is to estimate the diagnostic efficacy of the methods used for monitoring of the brain bioelectric activity on the basis of long-term results of surgical treatment of patients with temporal structural pharmaco-resistant epilepsy. **Design and methods.** The study included 61 patients with temporal lobe pharmaco-resistant epilepsy, who were divided into two groups: performance of video-EEG monitoring only (33 patients) and the additional use of invasive monitoring for the localization of the epileptogenic zone (28 patients). Each group was divided into subgroups depending on the outcome of surgical treatment: patients, in whom seizures ceased (Engel 1) and patients in whom seizures persisted to some degree (Engel 2-3-4). Invasive monitoring with ictal event recording was chosen as the reference method to calculate diagnostic efficacy. **Results.** Invasive monitoring was performed as part of the pre-surgical evaluation of patients with temporal lobe pharmaco-resistant epilepsy with a higher sensitivity (72.7 %) and accuracy (82.4 %) than video-EEG monitoring (sensitivity 50 %, accuracy 45.9 %). **Conclusion.** In simple monofocal variants of structural epilepsy, video-EEG monitoring has a sufficient level of diagnostic efficiency. The phenomenon of neurophysiological phenotypes convergence is responsible for the reduced diagnostic efficacy of noninvasive and invasive monitoring.

Key words: bioelectrical activity of the brain, clinical neurophysiology, electroencephalographic monitoring, epileptic system, invasive monitoring, temporal lobe epilepsy.

For citation: Marchenko EV, Aleksandrov AM, Odintsova GV, et al. Diagnostic efficiency of monitoring methods of brain bioelectric activity in temporal lobe pharmaco-resistant epilepsy. Translational Medicine. 2021;8(5):21-28. (In Russ.). DOI: 10.18705/2311-4495-2021-8-5-21-28

Список сокращений:

ЭЭГ — электроэнцефалограмма, БЭА — биоэлектрическая активность, ЭКоГ — электрокортикография, ЭсубКоГ — электросубкортикография.

Введение

Структурно обусловленная височная эпилепсия в 25-30 % случаев принимает устойчивое фармакорезистентное течение. При наличии соответствующих показаний части таких больных показано нейрохирургическое лечение. В соответствии с доминирующей в современной хирургической эпилептологии фокальной теорией патогенеза структурной эпилепсии основными операциями выбора являются резективная деструкция или разобщение эпилептического очага [1–3].

В структурно-функциональной организации эпилептического очага выделяют зону эпилептогенного структурного поражения, зону ирритации, зону начала приступа, симптоматогенную зону, зону постприступного функционального дефицита, а также эпилептогенную зону — зону, удаление которой приводит к избавлению от приступов [4, 5]. Современные методы клинко-инструментальных исследований не позволяют локализовать собственно эпилептогенную зону. Считается, что наибольшую сопряженность эпилептогенная зона имеет с зонами ирритации и зоной начала иктального паттерна, которые выявляются при нейрофизиологических исследованиях. Основу прехирургического нейрофизиологического обследования составляет длительный мониторинг электроэнцефалограммы (ЭЭГ), совмещенной с видео-регистрацией клинической картины (видео-ЭЭГ-мониторинг). При отсутствии конкордантности результатов клинических, нейровизуализационных и нейрофизиологических исследований при наличии показаний выполняется длительный инвазивный мониторинг биоэлектрической активности (БЭА) коры и глубоких структур головного мозга [6].

Цель исследования: на основе ретроспективного анализа результатов хирургического лечения больных с височной структурной фармакорезистентной эпилепсией оценить диагностическую эффективность видео-ЭЭГ-мониторинга и инвазивного мониторинга БЭА, выполняемых на этапе прехирургического обследования.

Материалы и методы

В исследование включены 61 пациент (мужчины/женщины 30/31, средний возраст $26,5 \pm 6,4$ года) с диагнозом височная фармакорезистентная эпилепсия. Средняя продолжительность забо-

левания составила $14,5 \pm 10,6$ лет. Критериями включения пациентов в исследование были: 1) структурная височная эпилепсия; 2) фармакорезистентное течение эпилепсии; 3) выполненная резекция эпилептического очага; 4) наличие катмнеза в период 2-3 лет после проведения хирургического лечения. Все больные проходили прехирургическое обследование и хирургическое лечение в клинике РНХИ им. проф. А.Л. Поленова (филиал федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия) в период с 2015 по 2020 год.

В зависимости от объема прехирургического нейрофизиологического обследования пациенты были разделены на две группы. Первую группу составили 33 пациента (м/ж 16/17, средний возраст $34,51 \pm 9,59$) с диагнозом височная фармакорезистентная эпилепсия. Локализация эпилептического очага у данных больных была выполнена по результатам видео-ЭЭГ-мониторинга.

Во вторую группу вошли 28 пациентов (м/ж 14/14, средний возраст $30,2 \pm 3,55$), у которых нейрофизиологическое обследование включало видео-ЭЭГ-мониторинг и продолженный инвазивный мониторинг БЭА. При выполнении экстраоперационного инвазивного мониторинга регистрировалась электрокортикография (ЭКоГ), которая при наличии показаний дополнялась электросубкортикографией (ЭсубКоГ). Одновременно проводилась видеорегистрация клинической картины. Пациенты второй группы были разделены на две подгруппы. В подгруппу 2.1 были включены 11 пациентов (м/ж 5/6, средний возраст $31,55 \pm 7,47$), у которых при проведении экстраоперационного инвазивного мониторинга БЭА были зарегистрированы типичные иктальные события. В подгруппу 2.2 вошли 17 больных (м/ж 9/8, средний возраст $30,95 \pm 8$), у которых иктальные события зарегистрировать не удалось.

Регистрация БЭА проводилась на аппаратно-программном комплексе «Мицар-ЭЭГ-202-1» (ООО «Мицар», Россия). Фильтр нижних частот 1,6 Гц, фильтр высоких частот 35 Гц.

Видео-ЭЭГ-мониторинг проводился на фоне депривации ночного сна. Регистрация и визуально-логический анализ ЭЭГ выполнялись в стандартных монополярных и биполярных отведениях с электродов, расположенных по Международной системе «10-20». Общая длительность видео-ЭЭГ-мониторинговых исследований у больных составляла от 12 до 72 ч.

Экстраоперационная регистрация ЭКоГ выполнялась четырехконтактными (1×4), восьмиконтактными (2×4) и двадцатиконтактными (4×5) электродными системами (AdTech, США). Для регистрации ЭСубКоГ использовались глубинные четырехконтактные электроды типа Spenser (AdTech, США). У 23 пациентов выполнена регистрация БЭА коры головного мозга, у 12 пациентов — БЭА коры головного мозга и амигдало-гиппокампального комплекса. Общее количество электродных треков у одного пациента составляло от 16 до 84. Длительность инвазивных мониторинговых исследований БЭА составила от 24 до 96 часов. Анализ параметров ЭКоГ и ЭСубКоГ производился визуально-логически.

Вид хирургического лечения височной фармакорезистентной эпилепсии определялся локализацией эпилептического очага. В 55 случаях выполнялась резекция эпилептического очага в височной доле, включая зону структурных изменений. У 5 больных выполнена стереотаксическая деструкция гиппокампа или амигдало-гиппокампального комплекса. В одном случае проведена стереотаксическая двусторонняя радиочастотная передняя таламотомия. Выделенные в зависимости от объема нейрофизиологического обследования группы больных были полностью сопоставимы по видам нейрохирургического лечения.

Клиническое состояние пациентов оценивалось посредством стандартного неврологического осмотра. Проведен ретроспективный анализ историй болезней. Во всех обследованных группах собран анамнез через 2-3 года после хирургического лечения при повторной госпитализации пациентов. Оценка исходов хирургического лечения эпилепсии была проведена по модифицированной шкале J.Engel (1993): I класс — отсутствие приступов, отрицательно влияющих на качество жизни; II класс — редкие приступы, нарушающие качество жизни; III класс — существенное сокращение частоты приступов; IV класс — отсутствие существенного улучшения.

Статистическая обработка результатов проводилась с использованием пакета прикладных программ SPSS 17.

Результаты исследования

Длительный видео-ЭЭГ-мониторинг с фиксацией икталных событий позволил инвариантно локализовать эпилептический очаг и определить показания к хирургическому лечению височной фармакорезистентной эпилепсии у 33 пациентов, вошедших во вторую группу исследования. В 28 случаях наблюдалась дискордантность клиниче-

ской картины, данных нейровизуализации и результаты видео-ЭЭГ-мониторинга. У 18 больных на ЭЭГ регистрировались два очага эпилептиформной активности без явного доминирования одного из них, у троих больных — три очага. В одном случае на скальповой ЭЭГ регистрировались четыре устойчивых очага эпилептиформной активности. В двух случаях многосуточный видео-ЭЭГ-мониторинг не позволил зарегистрировать устойчивую фокальную эпилептиформную активность. Для локализации эпилептического очага 28 больным был выполнен продолженный экстраоперационный инвазивный мониторинг БЭА.

Всем включенным в исследование больным, исходя из результатов прехирургического обследования, было выполнено хирургическое удаление эпилептического очага. Локализация эпилептического фокуса уточнялась при выполнении интраоперационной ЭКоГ и ЭСубКоГ. В зависимости от результатов хирургического лечения через 2-3 года после выполненной операции больные в каждой группе были разделены на две подгруппы: 1) пациенты, у которых приступы прекратились (Engel 1), 2) пациенты, у которых сохранялись эпилептические приступы (Engel 2-3-4).

В группе пациентов, оперативное лечение которых проведено на основе результатов длительного мониторинга скальповой ЭЭГ, в 33,3 % (11 пациентов) исход оперативного лечения был благоприятным (не ниже Engel 1). В 22 наблюдениях (66,7 %) хирургическое лечение не принесло существенного облегчения в клинической картине и в качестве жизни пациентов. В группе пациентов, прехирургическое обследование которых включало инвазивный нейрофизиологический мониторинг, у 11 пациентов (39,3 %) исход оперативного лечения был не ниже Engel 1; в 17 наблюдениях (60,7 %) исход был оценен на уровне от Engel 2 до Engel 4.

Для оценки диагностической эффективности видео-ЭЭГ-мониторинга, выполняемого на этапе прехирургического обследования больных с височной фармакорезистентной эпилепсией, инвазивный мониторинг БЭА был выбран как референсная методика. Благоприятный исход (Engel 1) оперативного лечения, выполненного на основе результатов неинвазивного мониторинга, является истинно положительным результатом выполнения теста: использование видео-ЭЭГ-мониторинга позволило достоверно локализовать эпилептогенную зону, далее подверженную резективной деструкции, что принесло полную свободу от приступов. Благоприятный исход оперативного лечения, проведенного на основании результатов инвазивного мониторинга, был принят как ложно отрицательный результат

для видео-ЭЭГ-мониторинга: у больного существовала фокальная форма структурной эпилепсии, локализовать которую методика скальповой ЭЭГ не смогла, но при инвазивном мониторинге БЭА фокус был надежно локализован. Отдаленные результаты хирургического лечения на уровне Engel 2-3-4 у пациентов, которым выполнялся только видео-ЭЭГ-мониторинг, были отнесены к ложно положительным результатам, поскольку для инвариантного описания эпилептической системы и локализации эпилептогенной зоны результатов скальповой ЭЭГ оказалось недостаточно. Хирургическое вмешательство в этой группе больных не привело к полному избавлению от приступов. Возможно, эпилептогенная зона была бы определена более надежно при выполнении инвазивного мониторинга.

Относительно неблагоприятные результаты хирургического лечения (Engel 2-3-4) у пациентов, которым выполнялся и видео-ЭЭГ-мониторинг, и инвазивный мониторинг, были приняты как истинно отрицательные результаты. Вероятно, у данных больных структурно-функциональная организация эпилептической системы не может быть инвариантно описана с использованием современных методов регистрации БЭА. Эта группа больных отражает ограничения нейрофизиологических методик прехирургического обследования больных со структурной эпилепсией.

Исходя из полученных данных проведен расчет диагностической эффективности видео-ЭЭГ-мониторинга (табл. 1).

Для видео-ЭЭГ-мониторинга отмечена средняя чувствительность методики (50,0 %) и средняя точность (45,9 %). При этом наблюдается относительно низкая прогностичность положительного результата (33,3 %) и соответственно высокая прогностичность отрицательного результата (60,7 %).

Считается, что одним из наиболее валидных диагностических приемов для локализации эпи-

лептогенной зоны является регистрация иктально-го паттерна и локализация зоны начала приступа, как наиболее близко расположенной к эпилептогенной зоне. В обследованной когорте пациентов, которым выполнялся инвазивный мониторинг БЭА, были выделены две подгруппы. В первую подгруппу вошли 17 пациентов, у которых была выполнена регистрация иктального события при проведении экстраоперационного инвазивного мониторинга БЭА. В данной подгруппе хирургическая деструкция эпилептического очага в обязательном порядке включала деструкцию зоны начала иктального паттерна. Анализ зависимости исходов оперативного лечения в подгруппе пациентов с зарегистрированной зоной начала иктального паттерна показал, что в только в 17,6 % (3 пациентов) исход хирургического лечения мог быть оценен как успешный (Engel 1). У 14 пациентов исход хирургического лечения был более драматичен (Engel 2-3-4). Во второй подгруппе (11 человек) локализация эпилептогенной зоны и планирование объема хирургического лечения осуществлялись только на основании результатов регистрации интериктальной активности. В данной подгруппе благоприятный исход был достигнут в 8 (72,7 %) случаях.

Была выполнена оценка диагностической эффективности инвазивного мониторинга БЭА (табл. 1). Референсной методикой была выбрана регистрация иктального паттерна и локализация зоны начала приступа при выполнении инвазивного мониторинга БЭА. Благоприятный исход в подгруппе пациентов с инвазивным мониторингом рассматривался как истинно положительный результат, а благоприятный исход хирургического лечения в подгруппе больных, у которых было зарегистрировано иктальное событие, как ложно отрицательный результат. Относительно неблагоприятные исходы в подгруппах расценивались, соответственно,

Таблица 1. Диагностическая эффективность методик прехирургического мониторинга биоэлектрической активности головного мозга у больных с височной фармакорезистентной эпилепсией, %

Показатели эффективности	Видео-ЭЭГ-мониторинг	Инвазивный мониторинг
Чувствительность	50,0	72,7
Специфичность	43,6	82,4
Точность	45,9	78,6
Прогностичность положительного результата	33,3	72,7
Прогностичность отрицательного результата	60,7	82,4

как ложно положительные и истинно отрицательные результаты выполнения исследования.

Для инвазивного мониторинга БЭА отмечены достаточно высокие значения чувствительности методики (72,7 %) и прогностичности положительного результата (72,7 %).

Таким образом, полученные результаты ретроспективного анализа успешности хирургического лечения височной эпилепсии показывают, что прогноз успешности хирургического лечения не может строиться исключительно на характере интериктальной активности, даже зарегистрированной непосредственно с коры и глубоких структур головного мозга.

Таким образом, при относительно простых формах фокально обусловленной эпилепсии видео-ЭЭГ-мониторинг обладает достаточным уровнем чувствительности и прогностичности положительного результата. При многоочаговых формах или при расположении эпилептического очага в глубоких структурах более точной методикой для локализации эпилептогенной зоны является инвазивный мониторинг БЭА.

Обсуждение результатов

В настоящее время в основе фокальной теории лежит концепция эпилептогенной зоны — зоны коры, хирургическое удаление которой приводит к освобождению от приступов [7]. Исходя из этой концепции, гипотетически идеальной для хирургии структурной фармакорезистентной эпилепсией является форма, при которой нейрофизиологическое обследование выявляет одиночный фокус интериктальной активности, не имеющей вторичного распространения, зона начала иктального паттерна локализована в пределах фокуса, а сам фокус расположен в пределах эпилептогенного поражения. Накопленный многолетний опыт хирургического лечения структурной эпилепсии показывает, что успешность хирургического лечения фокальных форм даже при полной конкордантности результатов всех предоперационных исследований не достигает 95 % [4].

Накопившиеся противоречия между постулатами фокальной теории эпилепсии и опытом хирургического лечения привели к тому, что в последние 10-15 лет многие исследователи становятся активными сторонниками теории эпилептической системы. Согласно этой теории, в основе височной эпилепсии лежит не только локальное эпилептогенное поражение, а формирование устойчивой патологической системы, включающей различные структурные образования и проводящие пути. Наиболее полно теория эпилептической системы была разработана

в 1960-х годах Талейраком [6].

Обе существующие теории в своих построениях патогенетических моделей эпилепсии опираются на результаты нейрофизиологического обследования. Согласно фокальной теории локализация эпилептогенной зоны строится исходя из результатов анализа иктального паттерна. В основе теории эпилептической системы лежит «клинико-анатомо-нейрофизиологический анализ» по Талейраку [5, 8, 9]. Тем не менее следует признать, что теория эпилептической системы также, как и фокальная теория, не отвечает на все накопившиеся вопросы. Изменения БЭА при эпилепсии отражают индивидуальный нейрофизиологический фенотип, который формируется в результате действия патогенетических механизмов, лежащих в основе эпилепсии. Однако фенотип не является «контрастным отражением» механизмов патогенеза. Основными причинами искаженного отражения механизмов эпилептогенеза в нейрофизиологических паттернах, на наш взгляд, являются следующие. Во-первых, на механизмы генерации БЭА действуют не только патогенетические факторы, но и механизмы саногенеза. В результате суммарная активность отражает интерференцию разнонаправленных механизмов. Во-вторых, одним из базовых механизмов функционирования ЦНС является формирование типовых патологических процессов. Набор патологических изменений БЭА, в том числе и при эпилепсии, не может быть бесконечным. Результатом выступает феномен, который можно описать как «фенотипическая конвергенция» — формирование сходных изменений БЭА при различном сочетании патогенетических и саногенетических механизмов. Конвергенции нейрофизиологических фенотипов способствуют особенности проведения БЭА как электрического сигнала в объемном проводнике, которым является мозг, и особенности проведения сигнала на поверхность скальпа. Не вдаваясь в подробное рассмотрение этой проблемы, можно лишь отметить, что эпилептический разряд должен быть достаточной мощности, чтобы он был зарегистрирован даже с поверхности коры. Но даже зарегистрированный разряд не позволяет судить о «глубине залегания» источника этого разряда. К сожалению, это противоречие не способна преодолеть полностью даже методика стерео-ЭЭГ, в основе которой установка многочисленных глубинных электродов.

Полученный результат показывает, что прогноз успешности хирургического лечения височ-

ной эпилепсии не может строиться исключительно на характере интериктальной активности, даже зарегистрированной непосредственно с коры и глубоких структур головного мозга. Так, удаляя детерминантный фокус эпилептической активности, то есть фокус полностью определяющий функционирование эпилептической системы, положительное воздействие может не оказываться, если источник генерации зарегистрированной активности залегает глубже, чем зарегистрировавшие его электроды, например, в случае локализации патологической констелляции нейронов на дне корковой борозды. Аналогичными механизмами могут быть объяснены случаи с относительно неблагоприятными исходами хирургического лечения эпилепсии, объем которого определялся на основании результатов инвазивного мониторинга с регистрацией иктального паттерна. При инвазивном мониторинге БЭА достаточно точно локализуется зона начала приступа на коре. Но эта зона может оказаться лишь зоной проекции на кору зоны начала иктального события. Таким образом, результаты регистрации как интериктальной, так и иктальной активности при инвазивном мониторинге не всегда позволяют инвариантно локализовать эпилептический очаг. Тем не менее следует учитывать ретроспективный характер исследования, что обуславливает некоторые методологические ограничения и диктует осторожность в экстраполяции полученных данных.

Выводы

1. Диагностическая эффективность виде-о-ЭЭГ-мониторинга не позволяет инвариантно описать структурно-функциональную организацию сложных эпилептических систем.
2. Инвазивный мониторинг биоэлектрической активности головного мозга, выполняемый в рамках прехирургического обследования больных с височной фармакорезистентной эпилепсией, обладает высокой чувствительностью (72,7 %) и точностью (78,6 %).
3. Феномен конвергенции нейрофизиологических фенотипов обуславливает снижение диагностической эффективности неинвазивного и инвазивного мониторинга биоэлектрической активности головного мозга при височной фармакорезистентной эпилепсии.

Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявили об отсутствии потенциального конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.

Благодарности / Acknowledgments

Статья выполнена в рамках темы государственного задания по науке «Сопряжение нейрофизиологических и патоморфологических механизмов формирования патологической системы при структурной эпилепсии» (Рег. № ААА-А-19-119070490032-0, 2019-2021 гг.).

Авторы выражают благодарность д.м.н., доценту А. Ю. Улитину, бывшему директору РНХИ им. проф. А. Л. Поленова (2016-2020 гг.); к.м.н. В. Г. Нездоровиной, заведующей вторым нейрохирургическим отделением РНХИ им. А. Л. Поленова; нейрохирургу д.м.н. В. Р. Касумову.

Список литературы / References

1. Krylov V.V. Khirurgiya ehpilepsii. M.: ID ABVpress, 2019. In Russian [Крылов В.В. Хирургия эпилепсии. М.: ИД АБВ-пресс, 2019].
2. Luders HO. Textbook of Epilepsy Surgery. London: CRC Press, 2008. P. 1648.
3. Rolston JD, Englot DJ, Cornes S, et al. Major and minor complications in extraoperative electrocorticography: A review of a national database. *Epilepsy Res.* 2016;122:26–29. DOI: 10.1016/j.epilepsyres.2016.02.004.
4. Aghakhani Y, Liu X, Jette N, et al. Epilepsy surgery in patients with bilateral temporal lobe seizures: a systematic review. *Epilepsia.* 2014;55 (12):1892–901. DOI: 10.1111/epi.12856.
5. Englot DJ, Raygor KP, Molinaro AM, et al. Factors associated with failed focal neocortical epilepsy surgery. *Neurosurgery.* 2014;75(6):648–656. DOI: 10.1227/NEU.0000000000000530.
6. Josephson CB, Dykeman J, Fiest KM, et al. Systematic review and meta-analysis of standard vs selective temporal lobe epilepsy surgery. *Neurology.* 2013;80(18):1669–1676. DOI: 10.1212/WNL.0b013e3182904f82.
7. DiLorenzo DJ, Mangubat EZ, Rossi MA, et al. Chronic unlimited recording electrocorticography-guided resective epilepsy surgery: technology-enabled enhanced fidelity in seizure focus localization with improved surgical efficacy. *J Neurosurg.* 2014;120(6):1402–1414. DOI: 10.3171/2014.1.JNS131592.
8. Talairach J, Bancaud J. Lesion, “irritative” zone and epileptogenic focus. *Confin Neurol.* 1966;27(1):91–94. DOI: 10.1159/000103937.
9. Aleksandrov MV, Ivanov LB, Lytaev SA, et al. Ehlektroehntsefalografiya: rukovodstvo. 3rd ed., revised and supplemented. SPb.: SpeTSLit, 2020. P. 224. In Russian [Александров М.В., Иванов Л.Б., Лытаев С.А. и др. Электроэнцефалография: руководство. 3 изд., перераб. и доп. СПб.: СпецЛит, 2020. С. 224].

Информация об авторах:

Марченко Елена Владимировна, врач функциональной диагностики отделения клинической нейрофизиологии, РНХИ им. проф. А. Л. Поленова (филиала ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России);

Александров Михаил Всеволодович, д.м.н., профессор, заведующий отделением клинической нейрофизиологии, РНХИ им. проф. А. Л. Поленова (филиала ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России);

Одинцова Галина Вячеславовна, к.м.н., старший научный сотрудник НИЛ эпилептологии РНХИ им. проф. А. Л. Поленова (филиала ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России);

Чухловин Александр Алексеевич, к.м.н., заведующий лабораторией нейрофизиологического мониторинга отделения клинической нейрофизиологии РНХИ им. проф. А.Л. Поленова (филиала ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России).

Author information:

Marchenko Yelena V., Physician of Functional Diagnostics, Department of Clinical Neurophysiology, Polenov Neurosurgical Institute — branch of the Almazov National Medical Research Centre;

Aleksandrov Mikhail V., MD, Dr. Sc., Professor, Head of the Department of Clinical Neurophysiology, Polenov Neurosurgical Institute — branch of the Almazov National Medical Research Centre;

Odintsova Galina V., PhD, Senior Researcher, Research Laboratory of Epileptology, Polenov Neurosurgical Institute — branch of the Almazov National Medical Research Centre;

Chukhlovin Aleksandr A., Candidate of Medical Sciences, Head of the Laboratory of Neurophysiological Monitoring of the Department of Clinical Neurophysiology, Polenov Neurosurgical Institute — branch of the Almazov National Medical Research Centre.