



НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ СТРУКТУРНОЙ ЭПИЛЕПСИИ: ОПЫТ РНХИ ИМ. ПРОФ. А. Л. ПОЛЕНОВА

А. А. Чухловин, К. А. Самочерных, М. М. Тастанбеков,
О. А. Топоркова, М. В. Александров

«Российский научно-исследовательский нейрохирургический институт имени
проф. А. Л. Поленова» — филиал ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» МЗ РФ, Санкт-Петербург

РЕЗЮМЕ.

Эпилептические приступы, обусловленные наличием новообразований головного мозга и его оболочек, занимают значимое место среди остальных видов структурной эпилепсии. Алгоритмы применения различных видов нейрофизиологического мониторинга у пациентов, оперируемых по поводу новообразований в сочетании с наличием структурной эпилепсии к настоящему времени недостаточно четко определены. Представленное исследование ставит своей целью анализ опыта применения нейрофизиологических методов обследования при структурной эпилепсии у пациентов нейроонкологического профиля, прооперированных в РНХИ им. проф. А. Л. Поленова.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: анализ опыта применения интраоперационного мониторинга при структурной эпилепсии у пациентов нейроонкологического профиля, прооперированных в РНХИ им. проф. А. Л. Поленова, для дальнейшего повышения эффективности хирургического лечения данной патологии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Обследована группа из 241 пациента в возрасте от 18 до 75 лет, проходивших нейрохирургическое лечение по поводу новообразований головного мозга и его оболочек, ассоциированных с наличием структурной эпилепсии в 2018–2021 гг.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Исследование показало необходимость применения полимодального нейрофизиологического мониторинга при наличии эпилептогенного фокуса. При его локализации вне функционально значимых зон — применяются электроэнцефалография и электрокортикография, (выполнено у 38,4 % пациентов с внутримозговыми новообразованиями и у 76,7 % с конвекситальными менигиомами), а в случае его расположения в области функционально значимых зон, необходимо выполнение моторного картирования (проведено у 61,6 % пациентов с внутримозговыми новообразованиями и 23,3 % пациентов с конвекситальными менигиомами). Также в работе показано, что интраоперационная электрокортикография имеет чувствительность 61 %, что в два раза превышает чувствительность интраоперационной электроэнцефалографии.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: нейрохирургия, неврология, структурная эпилепсия, интраоперационный нейрофизиологический мониторинг, электрокортикография, электроэнцефалография, Видео-ЭЭГ мониторинг.

Для цитирования: Чухловин А. А., Самочерных К. А., Тастанбеков М. М., Топоркова О. А., Александров М. В. Нейрофизиологическое обеспечение хирургического лечения структурной эпилепсии: опыт РНХИ им. проф. А. Л. Поленова. Российский нейрохирургический журнал им. проф. А. Л. Поленова. 2022;14(1-2):112–117

NEUROPHYSIOLOGICAL SUPPORT OF SURGICAL TREATMENT IN STRUCTURAL EPILEPSY: EXPERIENCE OF POLENOV NEUROSURGICAL INSTITUTE

A. A. Chukhlovin, K. A. Samochernykh, M. M. Tastanbekov, O. A. Toporkova, M. V. Alexandrov

“Polenov Research Institute of Neurosurgery — branch of Almazov National Medical Research Centre”, Saint Petersburg, Russia

SUMMARY. Epileptic seizures caused by neoplasms of brain and its meninges play a significant role among other types of structural epilepsy. The algorithms of using different neurophysiological monitoring tools in the patients operated for neoplasms associated with structural epilepsy, are poorly determined so far. The present study is aimed for evaluation of our experience with applications of neurophysiological examination tools in structural epilepsy in the patients with neuro-oncological disorders subjected to surgical treatment at A. L. Polenov Neurosurgical Institute.

PURPOSE: to evaluate experience of neurophysiological support during surgery treatment of structural epilepsy aiming for increased efficiency of surgical treatment of this disorder.

MATERIALS AND METHODS. We have examined 241 patients 18 to 75 years old, subjected to neurosurgical treatment due to malignancies of brain and meninges associated with symptoms of structural epilepsy over 2018–2021.

RESULTS. The study has shown a need for polymodal neurophysiological monitoring in cases of proven epileptogenic foci. Electroencephalography and electrocorticography are used when epileptogenic focus is located beyond functionally significant areas (performed in 38.4 % of intracerebral neoplasias, and in 76.7 % of convexital meningiomas). Meanwhile,

motor cortical mapping is required if the focus is located within functionally significant areas (for 61.6 % of the patients with brain neoplasias, and 23.3 %, with convexital meningioma). We have also shown that, in terms of removing epileptogenic focus, intraoperative electrocorticography proved to be as sensitive as 61 %, thus two-fold exceeding diagnostic sensitivity of electroencephalography performed during the surgical invasion.

KEY WORDS: Neurosurgery, neurology, structural epilepsy, intraoperative neurophysiological monitoring, electrocorticography, electroencephalography, Video-EEG monitoring.

For citation: Chukhlovina A. A., Samochernykh K. A., Tastanbekov M. M., Toporkova O. A., Alexandrov M. V. Neurophysiological support of surgical treatment in structural epilepsy: experience of Polenov neurosurgical institute. Russian neurosurgical journal named after professor A. L. Polenov. 2022;14(1-2):112–117

Введение.

Эпилепсия является широко распространенным в мире заболеванием, встречающимся у 65 миллионов людей [1].

Как впервые было показано английским неврологом Джексоном Хьюлингом в его работе 1882 г. почти любая опухоль мозга в процессе своего развития приводит к появлению эпилептических приступов и развитию структурной эпилепсии [2].

Среди факторов, чаще всего вызывающих развитие структурной эпилепсии, самыми значимыми являются: внутри- и вне мозговые опухоли, артерио-венозные мальформации, кавернозные ангиомы, фактоматозы [3,4,5].

Из всех типов новообразований головного мозга эпилепсия чаще всего встречается при нейрональных опухолях и глиомах (70–80 %), особенно у пациентов с лобно-височной и инсулярной локализацией. Отмечено также, что 20–50 % пациентов с менигиомами и 20–35 % с метастазами в головной мозг страдают от эпилептических приступов. При наличии конкордантности структурного повреждения, по результатам магнитно-резонансной томографии (МРТ), с клинической картиной и данных нейрофизиологических исследований вероятность излечения от приступов составляет до 60–90 % [6,7,8]. Вероятность освобождения пациента от приступов в послеоперационном периоде напрямую связана и с радикальностью удаления новообразования. Радикальная резекция увеличивает риск инвалидизации пациента за счёт повреждения во время операции функционально значимых зон головного мозга. В такой ситуации особую важность приобретает адекватный выбор методик применяемого в ходе хирургического вмешательства интраоперационного нейрофизиологического мониторинга (ИОМ). ИОМ является одним из элементов нейрофизиологического обеспечения высокотехнологической нейрохирургической помощи [9]. Концепция нейрофизиологического обеспечения подразумевает единый комплекс клинико-инструментальных исследований, выполняемых на дооперационном этапе, полимодальный интраоперационный нейрофизиологический мониторинг, а также динамическое наблюдение за функциональным состоянием центральной нервной системы в послеоперационном периоде [10].

Одной из основных задач обследования больных с опухоль-ассоциированной эпилепсией на предопе-

рационном этапе является локализация эпилептического очага. С этой целью применяются неинвазивные методы исследования (электроэнцефалография, длительный видео-ЭЭГ мониторинг), а в сложных случаях при отсутствии явных эпилептических стигматов — инвазивный мониторинг биоэлектрической активности коры и глубоких структур головного мозга [11]. В ходе предоперационного видео-ЭЭГ-мониторинга регистрируется интериктальная эпилептиформная активность и иктальные эпизоды — всё это, в сочетании с данными нейровизуализации, позволяет уточнить локализацию эпилептического очага по отношению к выявленному структурному дефекту головного мозга [12]. Далее, непосредственно в ходе операции, применяется мультимодальный интраоперационный мониторинг — регистрация электрокортикограммы (ЭКГ) в сочетании со скальповой электроэнцефалографией (ЭЭГ). При вовлечении в эпилептическую систему глубоких структур выполняется субкортикография (ЭСКГ). Выполнение комплексного нейрофизиологического исследования с большой долей вероятности позволяет верифицировать расположение эпилептического очага и определить объем резекции [13]. При расположении опухоли в опасной близости к функционально значимым зонам коры головного мозга для контроля двигательных функций одновременно выполняется прямая стимуляция корковых и субкортикальных зон, дополненная электромиографией (ЭНМГ), транскраниальной электростимуляцией (ТЭС), регистрацией соматосенсорных вызванных потенциалов (ССВП) [14].

Цель работы:

Проанализировать опыт интраоперационного мониторинга нейрохирургических операций при удалении новообразований головного мозга с опухоль-ассоциированной структурной эпилепсией для дальнейшего повышения эффективности хирургического лечения.

Материалы и методы

Основу исследования составил анализ медико-статистических данных, характеризующих работу клиники РНХИ им. проф. А. Л. Поленова (филиал НМИЦ им. В. А. Алмазова) за 2018–2021 гг. Проанализированы применявшиеся виды нейрофизиологического ИОМ, их эффективность в зависимости от локализации опухоли при хирургической резекции новообразований головного мозга и его оболочек.

Таблица 1. Объем интраоперационных нейрофизиологических исследований при хирургическом лечении опухолей головного мозга, ассоциированных с структурной эпилепсией

Table 1. The volume of intraoperative neurophysiological studies in the surgical treatment of brain tumors associated with structural epilepsy

Локализация новообразования	Расположение эпилептического очага вне ФЗЗ, методики	Расположение эпилептического очага в пределах ФЗЗ, методики		Всего
	ЭЭГ, ЭКоГ	ЭЭГ, ЭКоГ, МК, ТЭС,	Операции с пробуждением	
Внутричерепные новообразования	81 (38,4 %)	119 (56,4 %)	11 (5,2 %)	211
Конвекситальные менингиомы	23 (76,7 %)	7 (23,3 %)	—	30
Всего	104	126	11	241

Результаты и их обсуждение

В течение 2018–2021 гг в РНХИ им. проф. А. Л. Поленова, (филиал НМИЦ им. В. А. Алмазова), был прооперирован 241 пациент с новообразованиями головного мозга, ассоциированными с наличием структурной эпилепсии. Возраст пациентов составил от 18 до 75 лет, количество мужчин в данной группе составило 112, женщин — 129.

Все обследованные и прооперированные пациенты с структурной эпилепсией были разделены на две группы: с наличием внутричерепных объёмных образований (211 человек) и конвекситальными менингиомами (30 человек). Как следует из табл. 1, в группе больных, прооперированных по поводу внутричерепных новообразований в 81 случае (38,4 %) эпилептический очаг располагался вне функционально значимой зоны (ФЗЗ). В группе пациентов с конвекситальными менингиомами в 23 случаях (76,7 %) опухоль располагалась вне проекции ФЗЗ. При такой локализации опухоли задачей ИОМ была верификация эпилептического очага. С этой целью использовалась интраоперационная регистрация ЭЭГ и ЭКоГ.

У 119 (56,4 %) пациентов с внутричерепными новообразованиями и у 7 (23,3 %) человек с менингиомами эпилептический очаг был расположен в непосредственной близости или в пределах ФЗЗ, что потребовало дополнительного применения моторного картирования. В 11 (5,2 %) случаях у пациентов с внутричерепными новообразованиями вследствие расположения структурного дефекта в области центра речи потребовалась операция с пробуждением и выполнением речевого картирования.

Одна из задач нейрохирургического лечения новообразований, ассоциированных со структурной эпилепсией — резекция эпилептического очага. Для его локализации применяется регистрация ЭКоГ, которая дополняется ЭЭГ для реконструкции структурно-функциональной организации эпилептической системы. На рисунке 1 представлен фрагмент интраоперационной скальповой ЭЭГ и ЭКоГ (зарегистрированной с 8-ми контактного грид-электрода, установленного в области правой височной доли), показывающий наличие эпилептических разрядов на ЭКоГ, в то время, как на ЭЭГ регистрируется лишь неспецифическая патологическая активность.

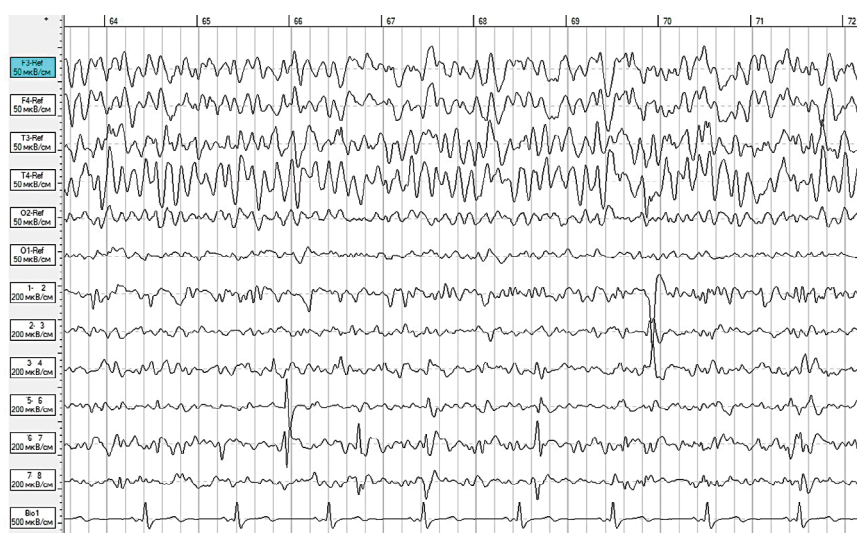


Рисунок 1. Пациентка Т., 42 г. Интраоперационный мониторинг: сравнение эпилептической активности, регистрируемой на ЭЭГ и ЭКоГ.

Figure 1. Patient T., 42 years old. Intraoperative monitoring: comparison of epileptic activity recorded on the EEG and ECoG.

Таблица 2. Чувствительность интраоперационной ЭЭГ и ЭКоГ при локализации очагов эпилептической активности.**Table 2. Sensitivity of intraoperative EEG and EcoG in the localization of foci of epileptic activity.**

	Зарегистрирован очаг эпилептической активности	Эпилептическая активность не зарегистрирована	Всего	Чувствительность метода
Интраопераионная ЭКоГ	106	71	177	60 %
Интраоперационная ЭЭГ	55	120	175	31 %

Таким образом, типичные разряды эпилептической активности, зарегистрированные на ЭКоГ, на ЭЭГ могут визуализироваться в искаженном виде, что затрудняет верификацию эпилептогенного очага.

Как представлено в таблице 2, группе из 175 пациентов, которым выполнялась интраоперационная ЭЭГ, очаг эпилептической активности был зарегистрирован лишь в 55 случаях. Чувствительность интраоперационной ЭЭГ составляет 31 %. Регистрация интраоперационной ЭКоГ позволила в 106 случаях локализовать очаг эпилептической активности. Чувствительность ЭКоГ составила 60 %. Необходимо отметить, что сравнение чувствительности методов в рамках интраоперационного обследования выполнялось при оценке интериктальной активности.

Таким образом, при выявлении эпилептической активности в условиях оперативного вмешательства, метод ЭКоГ показывает чувствительность почти в два раза выше, чем скальповая ЭЭГ у пациентов со структурной эпилепсией.

Одной из важнейших проблем при резекции эпилептического очага является объем резекции, то есть необходимый и достаточный объем резекции для освобождения пациента от эпилептических приступов. С точки зрения нейрофизиологических методов данную проблему формируют две составляющие: во-первых, выраженность эпилептиформной активности, ее индекс, мощность в перифокальной зоне на пререзекционной ЭКоГ, во-вторых, остающаяся неопределенной диагностическая значимость пострезекционной ЭКоГ. Регистрация на пострезекционной ЭКоГ устойчивой эпилептиформной активности в зоне, окружающей ложе удаленной опухоли, может отражать феномен «пострезекционной экзальтации», а могут свидетельствовать о сохранении остаточных фокусов эпилептической активности в близлежащих зонах коры. В результате на сегодняшний день нет убедительных корреляций между вероятностью благоприятного исхода резективных операций и результатами пострезекционной ЭКоГ.

В случаях развития жизнеугрожающих состояний в результате опухолевого роста, удаление новообразования является приоритетным и нейрофизиологическая локализация эпилептического фокуса может носить лишь сопроводительный характер или же вовсе не проводиться.

Совершенно очевидно, что эпилептические фокусы не подлежат резекции, если они локализованы в проекции ФЗЗ. Данные проявления эпилептической

активности подлежат в дальнейшем консервативной терапии противоэпилептическими препаратами под контролем видео-ЭЭГ мониторинга.

При расположении опухоли в непосредственной близости к функционально значимым речевым, двигательным и сенсорным зонам коры, помимо методик ЭЭГ и ЭКоГ полимодальный ИОМ необходимо дополнять прямым стимуляционным картированием. Использование картирования позволяет в подавляющем большинстве случаев избежать критического нарушения двигательных, речевых и сенсорных функций, снижая риск инвалидизации пациента, что также было показано в наших более ранних работах [14].

Важным аспектом выполнения нейрофизиологического ИОМ является вид применяемого анестезиологического пособия. Как известно, анестетики с ГАМК-позитивным действием (например, пропофол, тиопентал) способны приводить к преобладанию активности бета-диапазона на ЭКоГ, а высокая доза ингаляционного анестетика при общем наркозе способна вызвать развитие паттерна «вспышка-подавление». Указанное влияние данных препаратов значительно затруднит верификацию эпилептического очага интраоперационно, а также значительно осложнит проведение моторного картирования.

Таким образом, задачами хирургического лечения новообразований головного мозга, ассоциированными со структурной эпилепсией являются, во-первых, максимально возможная по степени радикальности резекция новообразования, во-вторых, деструкция эпилептической системы. Для современной нейрохирургии объем оперативного вмешательства по-прежнему лимитируется принципом «физиологической дозволенности» по Н.Н. Бурденко. Следовательно, алгоритмы выбора методик полимодального ИОМ при хирургическом лечении опухоли-ассоциированной структурной эпилепсии определяются вовлеченностью ФЗЗ в эпилептическую систему (табл. 3).

Вероятной перспективой развития нейрофизиологического обеспечения хирургии внутримозговых новообразований, по нашему мнению, является более активное проведение такой категории больных экстраоперационного картирования ФЗЗ при выполнении инвазивного продолженного мониторинга биоэлектрической активности головного мозга. Одним из оснований служит средняя диагностическая эффективность интраоперационных методов исследования.

Таблица 3. Алгоритм выбора модальностей интраоперационного нейрофизиологического мониторинга при хирургической резекции опухолей, ассоциированных со структурной эпилепсией [10].

Table 3. Algorithm for selecting modalities of intraoperative neurophysiological monitoring during surgical resection of tumors associated with structural epilepsy [10].

Задачи ИОМ		Методики	Особенности общей анестезии
Локализация эпилептического очага	Кора	ЭКоГ	Предпочтительно выполнение ингаляционной анестезии
	Глубокие структуры	ЭСубКоГ	
	Реконструкция эпилептической системы	ЭЭГ	
	Режекция артефактов	ЭКГ	
Картирование функционально значимых зон		Картирование моторной коры, субкортикальных трактов	Внутривенная анестезия, введение миорелаксантов короткого действия на этапе вводного наркоза
		Картирование речевых зон, субкортикальных трактов	«Краниотомия в сознании»

Выполнение экстраоперационного картирования в рамках подготовки пациента к нейрохирургическому вмешательству в отличие от проведения картирования с пробуждением пациента, позволяет более тонко оценить результаты тестов. Экстраоперационное картирование свободно от ограничений, накладываемых условиями операционной. Больные находятся в ясном продуктивном сознании, не подвержены седативному действию компонентов общей анестезии.

Заключение.

Полимодальный нейрофизиологический ИОМ является неотъемлемым элементом высокотехнологичного нейрохирургического лечения больных с опухолями головного мозга, ассоциированными со структурной эпилепсией. Набор методик, в первую очередь, зависит от локализации патологического очага. В случае расположения новообразования вне ФЗЗ методиками выбора являются ЭЭГ и ЭКоГ. Опыт РНХИ показывает, что при внутримозговых новообразованиях доля таких пациентов не превышает 40 %.

При локализации опухоли в области ФЗЗ нейрофизиологическое обеспечение в обязательном порядке должно включать методики прямого стимуляционного картирования. Выполненный анализ показывает, что картирование двигательных зон было проведено в 56 % случаев. Краниотомия в сознании с картированием слухоречевых зон составила 5 % оперативных вмешательств.

Результаты приведенного исследования также показывают, что интраоперационное применение ЭКоГ повышает вероятность точной локализации эпилеп-

тического очага в два раза по сравнению с регистрацией ЭЭГ (чувствительность метода составила 60 % против 31 %).

Таким образом, обоснованный выбор комплекса интраоперационных методик нейрофизиологического обеспечения позволяет верифицировать эпилептический очаг и выполнить его резекцию с минимальным риском повреждения функционально значимых зон и инвалидизации пациента.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. **Conflict of interest.** The author declares no conflict of interest.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки. **Financing.** The study was performed without external funding.

Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики. Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании. **Compliance with patient rights and principles of bioethics.** All patients gave written informed consent to participate in the study.

ORCID авторов/ORCID of authors:

Самочерных Константин Александрович/Samochernykh K. A.
<https://orcid.org/0000-0003-0350-0249>

Чухловин Александр Алексеевич/Chukhlov A. A.
<https://orcid.org/0000-0003-2840-3365>

Малик Маратович Тастанбеков/Tastanbekov M. M.
<https://orcid.org/0000-0003-3675-9302>

Александров Михаил Всеволодович/Alexandrov M. V.
<https://orcid.org/0000-0002-9935-3249>

Топоркова Ольга Александровна/Toporkova O. A.
<https://orcid.org/0000-0003-1522-0850>

Литература/References

1. М. Р. Маматханов, В. Р. Касумов, А. К. Куралбаев, Е. А. Гохман., С. В. Кравцова. Хирургическое лечение эпилепсии и его результаты — Вестник новых медицинских технологий — Т24, № 2 — с. 44-53-2017 г. [Surgical treatment of epilepsy and its results — M. R. Mamatkhanov, V. R. Kasumov, A. K. Kuralbaev, E. A. Gokhman., S. V. Kravtsova, Journal of new medical technologies — 2017 — V. 24, № 2 — P. 44–53] DOI: 10.12737/article_5947cd56962196.53541882
2. Slegers, R.J., Blumcke, I. Low-grade developmental and epilepsy associated brain tumors: a critical update 2020. *acta neuropathol commun* 8, 27 (2020). <https://doi.org/10.1186/s40478-020-00904-x>
3. Крылов В. В., Рак В. А., Токарев А. С., Синкин М. В., Трифонов И. С., Евдокимова О. Л., Степанов В. Н., Рожнова Е. Н., Койнаш Г. В. Стереотаксическая радиохирургия в комплексном лечении пациентов с эпилепсией, ассоциированной с различными структурными поражениями головного мозга. Журнал им. Н. В. Склифосовского «Неотложная медицинская помощь». 2021;10(1):73–82. [Krylov V. V., Rak V. A., Tokarev A. S., Sinkin M. V., Trifonov I. S., Yevdokimova O. L., et al. Stereotactic Radiosurgery in the Complex Treatment of Patients With Epilepsy Associated With Various Structural Brain Lesions. *Russian Sklifosovsky Journal of Emergency Medical Care*. 2021;10(1):73–82.] <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2021-10-1-73-82> (in Russ.)
4. Асатрян Э. А., Абрамов К. Б., Тадевасян А. Р., Лебедев К. Э., Маматханов М. Р., Касумов В. Р., Даллакян Н. О., Шершевер А. С., Чмутин Г. Е., Акшулаков С. К., Орлов Ю. А., Хачатрян В. А. Современные проблемы хирургии эпилепсии. Вестник психиатрии, неврологии и нейрохирургии, 2017; 3. С. 36–48. [Asatryan A. R., Abramov K. B., Tadevosyan A. R., Lebedev K. E., Mamatkhanov M. R., Kasumov V. R., Dallakyan N. O., Shershever A. S., Chmutin G. E., Akshulakov S. K., Orlov Yu. A., Khachatryan W. A. Current issues of epilepsy surgery. *Vestnik nevrologii psikiatrii i neyrokhirurgii*. № 3 2017. 2017; 3. С. 36–48]
5. Одинцова Г. В., Куралбаев А. К., Нездоровина В. Г., Абрамов К. Б., Павловская М. Е., Телегина А. А., Берснев В. П. Хирургическое лечение височной эпилепсии: проблемы и эффективность (на примере клинического случая). Эпилепсия и пароксизмальные состояния. 2017; 9 (2): 4149. [Odintsova G. V., Kuralbaev A. K., Nezdorovina V. G., Abramov K. B., Pavlovskaya M. E., Telegina A. A., Bersnev V. P. Surgical treatment of temporal epilepsy: problems and effectiveness (a clinical case). *Epilepsy and paroxysmal conditions*. 2017; 9 (2): 41–49.] doi: 10.17749/2077–8333.2017.9.2.041–049.
6. Rugg-Gunn F, Miserocchi A, McEvoy A. Epilepsy surgery. *Pract Neurol*. 2020;20(1):4–14. doi:10.1136/practneurol-2019-002192
7. Englot DJ. A modern epilepsy surgery treatment algorithm: Incorporating traditional and emerging technologies. *Epilepsy Behav*. 2018 Mar;80:68–74. Epub 2018 Feb 2. PMID: 29414561; PMCID: PMC5845806. doi: 10.1016/j.yebeh.2017.12.041.
8. М. В. Александров, А. Ю. Улитин, В. П. Берснев, М. Е. Павловская, К. Б. Абрамов, Н. Б. Архипова. Структурно-функциональная организация эпилептического очага — Российский нейрохирургический журнал им. проф. А. Л. Поленова — 2017 — № 2. С. 5–9. [M. V. Alexandrov, A. Yu. Ulitin, M. E. Pavlovskaya, V. P. Bersnev, K. B. Abramov, N. B. Arkhipova. Structural and functional organisation of epileptic focus — *Russian Neurosurgical Journal named after professor A. L. Polenov* — 2017 — № 2. С. 5–9.] eLIBRARY ID: 41261144
9. К. К. Куканов, М. М. Тастанбеков, В. Е. Олюшин, С. В. Пустовой. Хирургическое лечение пациентов с менингиомами области большого затылочного отверстия: ближайшие и отдалённые результаты. Российский нейрохирургический журнал им. профессора А. Л. Поленова. — 2017. — Т. 9. — № 1. — С. 36–42. [The foramen magnum meningiomas: results of surgical and radio surgical treatment — Kukanov K. K., Tastanbekov M. M., Olyushin V. E., Pustovoy S. V. — 2017. — Т. 9. — № 1. — С. 36–42.] eLIBRARY ID: 41260938
10. Александров М. В. Нейрофизиологический интраоперационный мониторинг в нейрохирургии, СПб, Стратегия будущего, 2019 г., с. 114 [Neurophysiological intraoperative monitoring in neurosurgery, manual edited by Alexandrov M. V., Strategy of future, SPb, 2019, s. 114]
11. Могилев А. Г. Значение интраоперационного электрофизиологического мониторинга при выборе тактики нейрохирургического лечения симптоматической эпилепсии. Научные ведомости БелГУ. Сер. Медицина. Фармация. — 2012. — № 10(129), вып. 18/2. -С. 159–166. [Mogilev A. G. Value of intraoperative electrophysiological monitoring for choice tactics for neurosurgical treatment of symptomatic epilepsy — 2012. — № 10(129), вып. 18/2. -С. 159–166.] ссылка: <http://dspace.bsu.edu.ru/handle/123456789/16737>
12. Александров М. В., Чухловин А. А. Видео-ЭЭГ-мониторинг: Стратегия будущего. СПб., 2017; [Alexandrov M. V., Chukhlovin A. A., Video-EEG monitoring. Strategy of future. SPb., 2017]
13. Асатрян Э. А., Абрамов К. Б., Маматханов М. Р., Лебедев К. Э., Ефимцев А. Ю., Забродская Ю. М., Себедев К. И., Рыжкова Д. В., Труфанов Г. Е., Хачатрян В. А. Диагностика и результаты хирургического лечения эпилепсии у детей со структурными изменениями головного мозга. Эпилепсия и пароксизмальные состояния. 2017; 9 (1): 40–50. [Asatryan E. A., Abramov K. B., Mamatkhanov M. R., Lebedev K. E., Efimtsev A. Y., Zabrodskaya Yu. M., Sebelev K. I., Ryzhkova D. V., Trufanov G. E., Khachatryan W. A. Diagnostics and long-term outcomes after surgical treatment of epilepsy in children with structural brain changes. *Epilepsiya i paroksizmal'nye sostoyaniya*. 2017; 9 (1): 40–50] doi:10.17749/2077–8333.2017.9.1.040–050.
14. Александров М. В., Улитин А. Ю., Черный В. С., Топоркова О. А. Интраоперационный мониторинг как элемент системы нейрофизиологического обеспечения высокотехнологичной нейрохирургической помощи. Вестник Северо-Западного государственного медицинского университета им. И. И. Мечникова. — 2018. — Т. 10. — № 2. — С. 92–98. [Alexandrov M. V., Ulitin A. Yu., Chernyi V. S., Toporkova O. A. Intraoperative neuromonitoring as an element of neurophysiological support system high-tech neurosurgical care. *Herald of North-Western State Medical University named after I. I. Mechnikov*. 2018;10(2):92–98.] doi: 10.17816/mechnikov201810292–98