

ИСТОРИЯ И ЭВОЛЮЦИЯ МЕТОДОВ НЕЙРОВИЗУАЛИЗАЦИИ В ЭПИЛЕПТОЛОГИИ

Александр Александрович Мельников^{1✉}, Наталья Валерьевна Климова²,
Кира Владимировна Воронкова³

¹Российский научный центр хирургии имени академика Б. В. Петровского, Москва, Россия

²Сургутский государственный университет, Сургут, Россия

³Сургутская окружная клиническая больница, Сургут, Россия

³Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова
Минздрава России, Москва, Россия

¹alexradiology@rambler.ru[✉], <https://orcid.org/0009-0008-7409-0957>

²knv@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4589-6528>

³kiravoronkova@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1111-6378>

Аннотация. Рассмотрена история фундаментальных открытий, методов и клинических достижений в области нейровизуализации, их вклад в развитие диагностики, лечения и понимания этиологии эпилепсии, в том числе в рамках исследований Международной Противозэпилептической Лиги (International League Against Epilepsy, ILAE). На первых этапах своего становления нейровизуализация бурно развивалась в направлении расширения возможностей краниографии, пневмоэнцефалографии, пневмомиеелографии, вентрикулографии, линейной томографии и селективной ангиографии. Большое влияние на развитие эпилептологии оказало использование методов компьютерной и магнитно-резонансной томографии, позволивших выявить патологические поражения у большого числа пациентов с криптогенной эпилепсией, расширить показания к хирургическому лечению и улучшить понимание патогенеза патологических процессов в головном мозге, связанных с судорожной активностью. В последние годы в центре внимания исследователей оказалась функциональная магнитно-резонансная томография, магнитно-резонансная спектроскопия, позитронно-эмиссионная томография и однофотонная эмиссионная компьютерная томография, позволившие выявить огромное количество различных структурных изменений мозговой ткани, лежащих в основе формирования эпилептического очага и приводящих к развитию фокальной эпилепсии.

Ключевые слова: история рентгенологии, нейровизуализация, эпилепсия

Шифр специальности: 3.1.25. Лучевая диагностика.

Для цитирования: Мельников А. А., Климова Н. В., Воронкова К. В. История и эволюция методов нейровизуализации в эпилептологии // Вестник СурГУ. Медицина. 2024. Т. 17, № 1. С. 21–25. DOI 10.35266/2949-3447-2024-1-2.

Review article

HISTORY AND EVOLUTION OF NEUROIMAGING METHODS IN EPILEPTOLOGY

Aleksandr A. Melnikov^{1✉}, Natalya V. Klimova², Kira V. Voronkova³

¹Petrovsky B. V. Russian Scientific Center for Surgery, Moscow, Russia

²Surgut State University, Surgut, Russia

³Surgut District Clinical Hospital, Surgut, Russia

³Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

¹alexradiology@rambler.ru[✉], <https://orcid.org/0009-0008-7409-0957>

²knv@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4589-6528>

³kiravoronkova@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1111-6378>

Abstract. The article examines history of fundamental discoveries, methods and clinical achievements in neuroimaging, their contribution to the development of diagnosing, treatment and understanding of epilepsy etiology, also as part of International League Against Epilepsy's research. In the early stages of its development, neuroimaging had advanced rapidly in the areas of cancer detection, pneumoencephalography, pneumomyelography, ventriculography, linear tomography and selective angiography. The development of epileptology was greatly influenced by the use of computed tomography and magnetic resonance imaging, which made it possible to identify pathological lesions in a large number of patients with cryptogenic epilepsy, expand the indications for surgical treatment and improve understanding of the pathogenesis of pathological

processes in the brain associated with seizure activity. In recent years, functional magnetic resonance imaging, magnetic resonance spectroscopy, positron emission tomography and single-photon emission computed tomography have become the focus of attention of researchers, which revealed a huge number of different structural changes of the brain tissue, which lie at the basis of the formation of the epileptic focus and lead to the development of focal epilepsy.

Keywords: radiology history, neuroimaging, epilepsy

Code: 3.1.25. Radiation Therapy.

For citation: Melnikov A. A., Klimova N. V., Voronkova K. V. History and evolution of neuroimaging methods in epileptology. *Vestnik SurGU. Meditsina*. 2024;17(1):21–25. DOI 10.35266/2949-3447-2024-1-2.

ВВЕДЕНИЕ

Методы нейровизуализации позволяют точно визуализировать очаг поражения головного мозга, ассоциированный с эпилептогенезом, оценить его и топографию, а также объективизировать состояние ликворной системы, уточнить наличие и характер сопутствующей органической патологии головного мозга, мозговой кровотока и провести оценку метаболических нарушений. Методы лучевой диагностики головного мозга позволяют определить этиологический и синдромальный диагноз эпилепсии, прогнозировать исход и тактику лечения. Высокоинформативные методы нейровизуализации, такие как позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ), магнитно-резонансная спектроскопия, магнитно-резонансная трактография открывают новые возможности прижизненного исследования тонких метаболических изменений, отражающих микроструктурные и молекулярно-клеточные нарушения головного мозга [1, 2]. В становлении и развитии методов нейровизуализации у больных с эпилепсией можно выделить четыре последовательных исторических этапа: «классической» нейрорентгенологии, компьютерной томографии, магнитно-резонансной томографии, молекулярной нейровизуализации.

Цель – проанализировать результаты научных исследований, посвященных историческим аспектам формирования направления нейровизуализации в эпилепсии и практического применения методов лучевой диагностики у пациентов с судорожными приступами.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведен поиск литературы с использованием электронных информационных ресурсов PubMed, Nature Pathology, MEDLINE по ключевым словам «нейровизуализация» и «эпилепсия». Глубина поиска в основном не превышала 10 лет и определялась фундаментальностью анализируемых работ.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Этап «классической» нейрорентгенологии

История начала рентгенологии известна всему миру своей знаменитой датой 8 ноября 1895 г., когда состоялось открытие рентгеновских лучей. Первый снимок головы был сделан В. К. Рентгеном в декабре 1895 г., который можно официально считать первой краниограммой [3]. Первые рентгенографические исследования головного мозга у больных эпилепсией были основаны на поиске небольшого спектра визуальных изменений, таких как дефекты костей свода и основания черепа, а также аномальная внутричерепная кальцификация. Изменения костей свода

и основания черепа, имеющие отношение к эпилепсии, включают кальцинированные менингиомы, переломы костей черепа, признаки повышенного внутричерепного давления, костные эрозии вследствие опухолей или инфекций, краниальную гемиастрофию, врожденные черепные аномалии. Аномальная внутричерепная кальцификация наблюдается при некоторых опухолях, артериовенозных мальформациях, инфекционных заболеваниях, в частности при цистицеркозе. При этом чувствительность рентгенографии черепа для многих из этих патологий низкая, и фактически очень немногие пациенты с эпилепсией имеют аномальные рентгенограммы черепа. Ключом к более глубокому пониманию процессов в головном мозге стало обнаружение явления естественного контрастирования у некоторых химических соединений, таких как йод. В 1925 г. величайший нейрохирург W. Dandy активно подхватил идею контрастного усиления посредством недавно открытого липиодола, а в 1932 г. он дает представление о нейрохирургическом взгляде на эпилепсию и влиянии вентрикулографии на исследование эпилепсии. W. Dandy выделил основные 17 категорий «поражений, вызывающих эпилепсию», которые отражали в нейрохирургии передовые взгляды того времени: врожденные пороки развития, опухоли, абсцессы, туберы, нейросифилис, аневризмы, сосудистые окклюзии, очаги церебральной кальцификации, вдавленные переломы, гамартомы, инородные тела, родовые травмы, рубцы после травмы, посттравматическая атрофия головного мозга, тромбоз и эмболия церебральных артерий, церебральный атеросклероз и последствия неясных воспалительных процессов, включая энцефалит [3]. Пневмоэнцефалография и пневмовентрикулография стали широко использоваться как диагностические методы выявления патологии желудочковой системы, в частности гидроцефалии и дислокации мозга, вызванные опухолями или другими объемными образованиями. При эпилепсии применяли пневмоэнцефалографию для выявления атрофии гиппокампа, а обнаружение увеличенного височного рога бокового желудочка использовалось нейрохирургами вплоть до 1950-х гг. в качестве признака предоперационного планирования для хирургии височной эпилепсии. Следующим знаковым событием в нейровизуализации стало изобретение церебральной ангиографии. В 1927 г. португальский невролог E. Moniz разработал метод визуализации сосудов головного мозга посредством инвазивного введения в периферический кровоток контрастного препарата [3]. Таким образом,

в исследовании эпилепсии стала возможна диагностика таких важных патологических образований, как аневризмы и артерио-венозные мальформации, которые в зависимости от своего расположения в головном мозге могут выступать в роли этиологического фактора в развитии судорожных приступов. Метод церебральной ангиографии стал необходим для диагностики дислокаций головного мозга при объемных поражениях, которые часто являются причиной развития эпилепсии. Стремительное развитие электроэнцефалографии (ЭЭГ) с середины 30-х гг. XX в. сместило рентгенологические методы в ряд сопутствующих, и интерес к нейровизуализации был потерян в течение следующих двух десятилетий, технологическая революция в области вычислений и математической обработки данных вскоре привела к появлению компьютерной томографии (КТ).

Этап компьютерной томографии

В 1972 г. появилась первая КТ головного мозга женщины с подозрением на объемный процесс, где новый метод отчетливо показал наличие опухоли лобной области [4]. Технология получения томограмм вызвала бурную дискуссию среди неврологов и нейрохирургов относительно потенциальной роли метода КТ для диагностики эпилепсии. В ранней работе Н. Gastaut на основании КТ-данных, полученных от 500 пациентов с эпилепсией, и имеющихся результатов ЭЭГ, сделал вывод о том, что органические поражения были обнаружены в 55 % случаев, а в 20 % случаев КТ выявила нарушения, которые не были идентифицированы иными методами. Первые данные о спектре изменений, выявленных у больных эпилепсией, показали, что доминирующей патологической находкой на КТ явилась атрофия головного мозга [4]. В последующих исследованиях было показано, что частыми поражениями у больных с эпилепсией по данным КТ были опухоли, энцефалиты, ишемические поражения, кровоизлияния, артериовенозные мальформации и посттравматические изменения. В одном из первых исследований КТ продемонстрировала связь между доброкачественными медленно растущими внутримозговыми новообразованиями и фокальной эпилепсией. Стоит отметить, что еще в XIX в. была сформулирована теория, согласно которой эпилепсия может быть единственным клиническим проявлением первичной опухоли головного мозга [3]. Метод рутинной КТ позволяет выявить большинство внутричерепных опухолей, крупные артериовенозные мальформации, пороки развития головного мозга, инфаркты, а также инфекционные поражения. На сегодняшний день вклад метода КТ в выявление причин эпилепсии в рутинной практике рассматривается как небольшой, при этом очевидным недостатком КТ является не только низкая чувствительность для обнаружения аномалий коры, но и любых очагов поражения головного мозга, которые расположены вблизи основания черепа [5].

Этап магнитно-резонансной томографии

Быстрому внедрению метода магнитно-резонансной томографии (МРТ) в практическую эпилептологию способствовал ряд целей, ранее поставленных сообществом неврологов и нейрохирургов перед технологией КТ. На момент появления МРТ было важно понять и оценить диагностическую ценность метода для выявления органической патологии в головном мозге у больных эпилепсией, не идентифицируемой

при помощи КТ. Ключом к пониманию важности МРТ при эпилепсии явилась способность выявлять склероз гиппокампа, который был полностью неуязвим в режимах сканирования КТ. Первоначально интерпретация высокого сигнала по T2 от гиппокампа наряду с увеличением височного рога на стороне изменений были проигнорированы и привели на короткий срок к неверному мнению о том, что визуальные изменения являются артефактом сканирования. Позже были идентифицированы два кардинальных признака при склерозе гиппокампа – потеря объема на изображениях T1 и высокий сигнал от гиппокампа по T2 [6, 7]. Спектр остальных наиболее частых эпилептогенных органических изменений в головном мозге представлен сосудистыми аномалиями, кортикальными дисплазиями, опухолями и посттравматическими глизно-атрофическими «рубцами». Необходимо отметить, что большинство вышеперечисленных органических изменений, выявленных по данным МРТ, в большинстве случаев не идентифицируются даже посмертно, и стала очевидна недооценка их частоты при эпилепсии [8, 9]. По мере развития технологий и разработки импульсных последовательностей польза МРТ в диагностике эпилепсии стала все более очевидной. Были разработаны новые классификации врожденных аномалий на основе изображений МРТ [9]. Сегодня структурная МРТ является ключевой технологией дооперационного обследования пациентов с эпилепсией, выполняя при этом функцию стационарного метода диагностики практически любой внутричерепной органической патологии. Высокая информативность МРТ описана в группах пациентов с фармакорезистентными формами заболевания и составляет 65–83 % [8–10]. При первом эпилептическом приступе информативность МРТ небольшая и составляет от 12,7 до 14 % [10]. Последние 20 лет внимание научной общественности все чаще переключается на функциональные методы МРТ, которые несмотря на многочисленные исследовательские работы и огромное финансирование позволили в настоящее время получить данные, имеющие очень ограниченное клиническое значение. Такие методики, как функциональная МРТ (фМРТ), коррелирующая с ЭЭГ, трактографией и диффузионно-взвешенным сканированием пока находятся на стадии оценки результатов для последующего решения относительно их вклада в понимание эпилепсии. С помощью фМРТ можно определить языковое доминирование полушария, а также возможно локализовать определенные моторные, сенсорные и языковые области. Магнитно-резонансная спектроскопия была впервые использована в 1984 г. и сыграла определенную роль в классификации злокачественных опухолей и других патологий, но в меньшей степени – в эпилепсии [11]. Методика диффузионно-тензорной МРТ с измерением показателей фракционной анизотропии в гиппокампе и структурах, ассоциированных с гиппокампальной формацией, информативна при симптоматической эпилепсии с поражением медиобазальных отделов височных долей и позволяет выявить микроструктурные изменения не только в гиппокампах, но и в других отделах лимбической системы. Важным достижением технологии МРТ является разработка метода перфузионного сканирования, позволяющего оценить локальный мозговой крово-

ток в зоне интереса, что в свою очередь необходимо для предоперационной диагностики первичной эпилептогенной опухоли головного мозга.

Этап молекулярной нейровизуализации

Поэтапное введение КТ и МРТ в клиническую практику позволило выявить огромное количество различных структурных изменений мозговой ткани, лежащих в основе формирования эпилептического очага и приводящих к развитию фокальной эпилепсии. Но как показывает практика, далеко не всегда в основе фокальной эпилепсии лежит морфологический субстрат. Технологии позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ) и однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОФЭКТ) используют введение, а затем обнаружение радиофармпрепаратов (РФП) для визуализации регионального мозгового кровотока или метаболизма мозговой ткани. Массивное увеличение кровотока в эпилептическом очаге было обнаружено У. Г. Пенфилдом путем прямых наблюдений во время открытой хирургии [1]. ПЭТ с 2-(18F)-флюоро-2-деоксиглюкозой позволяет визуально и количественно оценить перфузию в целевых отделах головного мозга. Снижение перфузии может обнаруживаться в очагах эпилептогенеза, не визуализируемых с помощью МРТ [12]. Сканирование ПЭТ между приступами демонстрирует функциональный статус коры головного мозга по уровню метаболизма глюкозы, где очаги гипометаболизма соответствуют эпилептогенному очагу. Кроме того, основным преимуществом ПЭТ является большое разнообразие РФП, которые можно использовать для изучения различных метаболических процессов. ОФЭКТ актуальна в условиях отсутствия структурных изменений по МРТ или при спорных данных клинко-нейрофизиологического исследования [13, 14]. Непосредственно после эпилептического приступа ОФЭКТ позволяет выявить очаги, соответствующие локализации эпилептогенного очага в 70–75 % случаев, в интериктальный период – в 30–40 % случаев [11]. ПЭТ и ОФЭКТ могут служить дополнительным методом исследования в участии островковой доли в эпилептическом процессе, но их специфичность низкая [11]. В целом,

методы функциональной и молекулярной нейровизуализации полезны у меньшинства пациентов дооперационного периода, у которых МРТ не выявила морфологических изменений [15, 16]. Однако в более широкой практике лечения эпилепсии даже спустя 30 лет результаты методов функциональной визуализации не имели такого научного и коммерческого эффекта, как рентгенография, КТ и МРТ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методы структурной и функциональной нейровизуализации позволяют прижизненно неинвазивно оценить состояние мозговой ткани и выявить факторы, лежащие в основе эпилепсии. Эволюция методов нейровизуализации и поэтапного совершенствования диагностики судорожных состояний явились фундаментом для нового витка исследований, посвященных этиопатогенезу эпилептических приступов и оптимизации синдромологической классификации эпилепсии, где методам лучевой диагностики справедливо отводится своя роль. В свете современных данных о сравнительной информативности нейрорадиологических методов подавляющее большинство исследователей отдают предпочтение МРТ. Назначение ПЭТ является обоснованным в случаях обнаружения МР-негативных форм эпилепсии. Диагностическая информативность метода ОФЭКТ достигается близким к началу приступа временем сканирования, и в этой связи перспективным видится распространение в клинической практике метода внутривенной ОФЭКТ. Важно отметить, что столь стремительное развитие методов гибридного сканирования (ПЭТ-МРТ, ПЭТ-КТ) требует логического осмысления в силу малоизученности визуальных погрешностей при сопоставлении структурного морфотипа и картины очагового метаболического нарушения в мозговой ткани.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Неврология : нац. руководство / под ред. Е. И. Гусева, А. Н. Конавалова, В. И. Скворцовой, А. Б. Гехт. Т. 1. М. : ГЭОТАР-Медиа, 2018. 880 с.
2. Middlebrooks E. H., Ver Hoef L., Szaflarski J. P. Neuroimaging in epilepsy // *Curr Neurol Neurosci Rep.* 2017. Vol. 17, no. 4. P. 32.
3. Shorvon S. D. A history of neuroimaging in epilepsy 1909–2009 // *Epilepsia.* 2009. Vol. 50, no. S3. P. 39–49.
4. Gastaut H. Conclusions: Computerized transverse axial tomography in epilepsy // *Epilepsia.* 1976. Vol. 17, no. 3. P. 337–338.
5. Bernasconi N., Bernasconi A. Epilepsy: Imaging the epileptic brain – Time for new standards // *Nat Rev Neurol.* 2014. Vol. 10, no. 3. P. 133–134.
6. Ruber T., David B., Elger C. E. MRI in epilepsy: Clinical standard and evolution // *Curr Opin Neurol.* 2018. Vol. 31, no. 2. P. 223–231.
7. Duncan J. S., Winston G. P., Koepp M. J. et al. Brain imaging in the assessment for epilepsy surgery // *Lancet Neurol.* 2016. Vol. 15, no. 4. P. 420–433.
8. Cloppenburg T., May T. W., Blümcke I. et al. Trends in epilepsy surgery: Stable surgical numbers despite increasing presurgical

REFERENCES

1. Gusev E. I., Konovalov A. N., Skvortsova V. I., Gekht A. B., editors. *Nevrologia. National guidelines.* Vol. 1. Moscow: GEOTAR-Media; 2018. 880 p. (In Russ.).
2. Middlebrooks E. H., Ver Hoef L., Szaflarski J. P. Neuroimaging in epilepsy. *Curr Neurol Neurosci Rep.* 2017;17(4):32.
3. Shorvon S. D. A history of neuroimaging in epilepsy 1909–2009. *Epilepsia.* 2009;50(S3):39–49.
4. Gastaut H. Conclusions: Computerized transverse axial tomography in epilepsy. *Epilepsia.* 1976;17(3):337–338.
5. Bernasconi N., Bernasconi A. Epilepsy: Imaging the epileptic brain – Time for new standards. *Nat Rev Neurol.* 2014;10(3):133–134.
6. Ruber T., David B., Elger C. E. MRI in epilepsy: Clinical standard and evolution. *Curr Opin Neurol.* 2018;31(2):223–231.
7. Duncan J. S., Winston G. P., Koepp M. J. et al. Brain imaging in the assessment for epilepsy surgery. *Lancet Neurol.* 2016;15(4):420–433.
8. Cloppenburg T., May T. W., Blümcke I. et al. Trends in epilepsy surgery: Stable surgical numbers despite increasing presurgical volumes. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2016;87(12):1322–1329.

- volumes // *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2016. Vol. 87, no. 12. P. 1322–1329.
9. Blumcke I., Arzimanoglou A., Beniczky S. et al. Roadmap for a competency-based educational curriculum in epileptology: Report of the Epilepsy Education Task Force of the International League Against Epilepsy // *Epileptic Disord*. 2019. Vol. 21, no. 2. P. 129–140.
 10. Stylianou P., Kimchi G., Hoffmann C. et al. Neuroimaging for patient selection for medial temporal lobe epilepsy surgery: Part 2 functional neuroimaging // *J Clin Neurosci*. 2016. Vol. 23. P. 23–33.
 11. Lascano A. M., Perneger T., Vulliemoz S. et al. Yield of MRI, high-density electric source imaging (HD-ESI), SPECT and PET in epilepsy surgery candidates // *Clin Neurophysiol*. 2016. Vol. 127, no. 1. P. 150–155.
 12. Tomas J., Pittau F., Hammers A. et al. The predictive value of hypometabolism in focal epilepsy: a prospective study in surgical candidates // *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2019. Vol. 46. P. 1806–1816.
 13. Kokkinos V., Kallifatidis A., Kapsalaki E. Z. et al. Thin isotropic FLAIR MR images at 1.5T increase the yield of focal cortical dysplasia transmantle sign detection in frontal lobe epilepsy // *Epilepsy Res*. 2017. Vol. 132. P. 1–7.
 14. Wilmshurst J. M., Gaillard W. D., Vinayan K. P. et al. Summary of recommendations for the management of infantile seizures: Task Force Report for the ILAE Commission of Pediatrics // *Epilepsia*. 2015. Vol. 56, no. 8. P. 1185–1197.
 15. Jones A. L., Cascino G. D. Evidence on use of neuroimaging for surgical treatment of temporal lobe epilepsy: A systematic review // *JAMA Neurol*. 2016. Vol. 73, no. 4. P. 464–470.
 16. Scheffer I. E., Berkovic S., Capovilla G. et al. ILAE classification of the epilepsies: Position paper of the ILAE Commission for Classification and Terminology // *Epilepsia*. 2017. Vol. 58, no. 4. P. 512–521.
 9. Blumcke I., Arzimanoglou A., Beniczky S. et al. Roadmap for a competency-based educational curriculum in epileptology: Report of the Epilepsy Education Task Force of the International League Against Epilepsy. *Epileptic Disord*. 2019;21(2):129–140.
 10. Stylianou P., Kimchi G., Hoffmann C. et al. Neuroimaging for patient selection for medial temporal lobe epilepsy surgery: Part 2 functional neuroimaging. *J Clin Neurosci*. 2016;23:23–33.
 11. Lascano A. M., Perneger T., Vulliemoz S. et al. Yield of MRI, high-density electric source imaging (HD-ESI), SPECT and PET in epilepsy surgery candidates. *Clin Neurophysiol*. 2016;127(1):150–155.
 12. Tomas J., Pittau F., Hammers A. et al. The predictive value of hypometabolism in focal epilepsy: a prospective study in surgical candidates. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2019;46:1806–1816.
 13. Kokkinos V., Kallifatidis A., Kapsalaki E. Z. et al. Thin isotropic FLAIR MR images at 1.5T increase the yield of focal cortical dysplasia transmantle sign detection in frontal lobe epilepsy. *Epilepsy Res*. 2017;132:1–7.
 14. Wilmshurst J. M., Gaillard W. D., Vinayan K. P. et al. Summary of recommendations for the management of infantile seizures: Task Force Report for the ILAE Commission of Pediatrics. *Epilepsia*. 2015;56(8):1185–1197.
 15. Jones A. L., Cascino G. D. Evidence on use of neuroimaging for surgical treatment of temporal lobe epilepsy: A systematic review. *JAMA Neurol*. 2016;73(4):464–470.
 16. Scheffer I. E., Berkovic S., Capovilla G. et al. ILAE classification of the epilepsies: Position paper of the ILAE Commission for Classification and Terminology. *Epilepsia*. 2017;58(4):512–521.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

А. А. Мельников – кандидат медицинских наук, врач-рентгенолог, врач-радиолог.

Н. В. Климова – доктор медицинских наук, профессор, заведующая рентгенологическим отделением.

К. В. Воронкова – доктор медицинских наук, профессор.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

A. A. Melnikov – Candidate of Sciences (Medicine), X-Ray Therapist, Radiologist.

N. V. Klimova – Doctor of Sciences (Medicine), Professor, Head of the Radiology Department.

K. V. Voronkova – Doctor of Sciences (Medicine), Professor.