

*Чельдиева Ольга Робертовна,
студентка 5 курса специалитета,
факультет лечебное дело,
Северо-Осетинская Государственная Медицинская Академия
Россия, г. Владикавказ
e-mail: olga_cheldieva@mail.ru*

*Кундухова Елена Александровна,
студентка 4 курса специалитета,
факультет лечебное дело,
Северо-Осетинская Государственная Медицинская Академия
Россия, г. Владикавказ*

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ ЭПИЛЕПСИИ

Аннотация: В статье рассматривается проблема качественной диагностики эпилепсии. Был проведен сравнительный анализ различных методов диагностики и выявлены преимущества и недостатки каждого из них. Главный вывод данной статьи в том, что современные методы нейровизуализации являются одними из ведущих методов диагностики эпилепсии. Разработка этих методов значительно способствует более глубокому пониманию изменений, происходящих внутри мозга, а также во время и между приступами, что в конечном итоге улучшит диагностику и эффективное клиническое лечение.

Ключевые слова: эпилепсия, диагностика, ЭЭГ, нейровизуализация, КТ, МРТ, ПЭТ, ОФЭКТ.

*Cheldieva Olga Robertovna,
5th year student of the speciality,
faculty of General Medicine,
North Ossetian State Medical Academy
Russia, Vladikavkaz*

*Kundukhova Elena Alexandrovna,
4th year student of the speciality,
faculty of General Medicine,
North Ossetian State Medical Academy
Russia, Vladikavkaz*

MODERN METHODS OF DIAGNOSTICS OF EPILEPSY

Abstract: *The article deals with the problem of qualitative diagnosis of epilepsy. A comparative analysis of various diagnostic methods was carried out and the advantages and disadvantages of each of them were identified. The main conclusion of this article is that modern neuroimaging methods are one of the leading methods for diagnosing epilepsy. The development of these methods will greatly contribute to a better understanding of the changes that occur within the brain, as well as during and between attacks, which will ultimately improve diagnosis and effective clinical treatment.*

Key words: epilepsy, diagnostics, EEG, neuroimaging, CT, MRI, PET, SPECT.

Эпилепсия – расстройство головного мозга, характеризующееся стойкой предрасположенностью к эпилептическим приступам, а также нейробиологическими, когнитивными, психологическими и социальными последствиями этого состояния. Типы припадков зависят от конкретной пораженной цепи мозга. Эпилепсия поражает 0,5–1% населения, что соответствует примерно 70 миллионам человек во всем мире. По происхождению эпилепсия может быть генетической (идиопатической) или развиваться после повреждений головного мозга, таких как травма, инсульт, инфекция, рост опухоли или другие структурные или метаболические причины [1, 2, 3, 4, 5].

Лечение эпилепсии крайне необходимо, поскольку непрерывные аномальные нейронные разряды и последующие повторяющиеся припадки способны вызывать повреждение различных областей мозга, что приводит к развитию ряда неврологических или других расстройств, одними из которых являются нейродегенерация, двигательные нарушения, аномальный выброс гормонов (таких как АКТГ, пролактин). ФСГ, ТТГ и др.), психозы и др. [6]. Следовательно, своевременная и правильная диагностика эпилепсии необходима для эффективного лечения. В настоящее время применяются такие методы инструментальной диагностики, как: электроэнцефалография (ЭЭГ), структурная и функциональная нейровизуализация (КТ, МРТ, ПЭТ, ОФЭКТ и т. д.) и анализы крови для выявления аномальной электрической активности головного мозга или возможного выявления специфических биомаркеров в сыворотке. Хотя эти методы очень полезны для обнаружения аномальных

электрических разрядов в головном мозге или выявления потенциальных причин эпилепсии, они могут привести к ложноположительным или ложноотрицательным результатам [7].

Золотым стандартом диагностики эпилепсии является ЭЭГ. ЭЭГ измеряет отклонения в электрической активности мозга или динамике мозговых волн. Кора головного мозга человека состоит из двух полушарий, и каждое из них имеет четыре доли: лобную, височную, теменную и затылочную. В большинстве клинических приложений во время ЭЭГ обычно используются 19 электродов (плюс системный опорный и заземленный) для обнаружения и регистрации активности электрических разрядов в головном мозге. Существует два типа электродов: поверхностные и глубокие. Поверхностные или скальповые электроды прикрепляются к поверхности скальпа и могут обнаруживать характер разрядов, возникающих в поверхностной области коры головного мозга. Они могут быть униполярными (когда активный терминал находится в коре головного мозга, а индифферентный терминал — в другой части тела, удаленной от коры) или биполярными (где два терминала расположены в разных частях коры). Глубокие электроды вводятся под кожу головы для регистрации электрической активности в подкорковых отделах головного мозга [8]. Этот метод позволяет обнаружить аномальные электрические разряды в головном мозге. В ЭЭГ изучают четыре типа волн: «бета» волны (15–60 Гц); волны «альфа» (8–12 Гц); волны «тета» (6–7 Гц); и волны «дельта» (1–5 Гц) [9]. В нормальных физиологических условиях амплитуда и частота этих волн известны. В случае эпилепсии ЭЭГ, полученная в бессимптомный период, может показать аномальный волновой паттерн, включая спайки или спайки, за которыми следуют медленноволновые и полиспайки, среди прочего. Эти аномалии известны как межприступные эпилептиформные разряды [10]. Однако данные аномалии могут быть связаны не только с эпилепсией, но и с инфекциями, приемом лекарственных препаратов, таких как нейролептики, противопаркинсонические средства, антидепрессанты и др. а также с травмами и чрезмерным стрессом.

Выявление сывороточных биомаркеров не является надежной стратегией, поскольку они могут быть связаны с другими неэпилептическими заболеваниями, что вызывает опасения по поводу их специфичности. Например, уровни антидиуретического гормона, который является биомаркером активности гипоталамуса, могут снижаться или повышаться в ответ на прием наркотиков или алкоголя и могут повышаться в ответ на эмоциональные и физические нагрузки или боль [11]. Следовательно, этот гипоталамический гормон нельзя использовать в качестве специфического биомаркера сыворотки.

Плохая диагностика приводит к неадекватной терапии и, как следствие, к высокой заболеваемости. Далее будут рассмотрены последние достижения в области диагностики эпилепсии, которые могут способствовать более быстрой и точной постановке диагноза.

1. Компьютерная томография — это метод радиологической визуализации, который позволяет получить подробное двухмерное изображение. Это особый тип рентгенологического метода визуализации, в котором компьютер используется для математической реконструкции томографической плоскости или среза. Он также известен как компьютерная аксиальная томография. Как правило, сканы получают в аксиальной или поперечной плоскости, а с помощью компьютера они преобразуются в коронарную и сагиттальную плоскости, чтобы получить 3D-изображение из 2D-изображения КТ. Для лучшей визуализации часто используется контрастный материал, который выглядит белым (гиперплотным) на изображении. Эпилептические очаги в коре головного мозга могут быть первоначально идентифицированы с помощью ЭЭГ, а затем визуализированы структурные деформации этой части мозга с помощью компьютерной томографии [12].

Преимущества: Безболезненный, неинвазивный и точный метод. Короткое время исследования (15–20 мин) с качественным изображением. Одновременно можно визуализировать кости, мягкие ткани и кровеносные сосуды.

Недостатки: Радиационное облучение представляет опасность и может нанести вред плоду. Контрастные вещества могут вызывать аллергические

реакции и почечную недостаточность у некоторых людей. Кроме того, когда дело доходит до быстрой диагностики, идеально подходит компьютерная томография, но для детального анализа требуется МРТ.

2. МРТ — это метод нейровизуализации, используемый в рентгеноскопии для детального изображения структуры нескольких частей тела. Он использует сильные магнитные поля, градиенты магнитного поля и радиоволны для создания изображений высокого разрешения. Есть в основном два типа взвешенных изображений в МРТ, T1 и T2. T1 полезен для оценки коры головного мозга, жировой ткани и общей анатомии исследуемой части. T2 полезен для выявления отека, воспаления и поражений белого вещества [13,14]. МРТ предпочтительнее КТ для обнаружения задней черепной ямки, которая содержит ствол мозга и мозжечок. МРТ является лучшим выбором для неврологической диагностики [15]. Функциональная МРТ (фМРТ) также может отражать реакцию мозга на различные раздражители, что позволяет исследователям изучать как структурные, так и функциональные нарушения эпилепсии [16]. МРТ также может быть использована для диагностики височной эпилепсии, поражений неокортекса, рассеянного склероза, фокальной кортикоидной дисплазии, туберозного склероза и синдрома Стерджа-Вебера [1,17,18].

Преимущества: Это продвинутый и точный метод. Полученные изображения очень высокого качества, что позволяет правильно идентифицировать и диагностировать причину эпилепсии. МРТ также помогает определить скорость кровотока, а также распределение белого и серого вещества в головном мозге. Он позволяет принять решение об оперативном удалении пораженной части коры при рефрактерной или лекарственно-резистентной эпилепсии при отсутствии опасности радиационного облучения.

Недостатки: это дорогостоящая процедура, требующая очень сложных инструментов и хорошо обученного оператора. Необходимость оставаться неподвижным в замкнутом пространстве может приносить дискомфорт пациентам. МРТ не всегда может отличить злокачественные опухоли от доброкачественных. Его нельзя использовать у пациентов с

кардиостимуляторами или у пациентов с металлическими предметами внутри тела.

3. Позиционная эмиссионная томография (ПЭТ) — это метод визуализации, который помогает выявить функции тканей и органов. Это эффективный способ исследовать химическую активность в головном мозге. При ПЭТ-сканировании используется радиоактивный индикаторный элемент, который выглядит как яркое пятно, отражающее химическую активность. Индикаторный элемент можно вводить инъекцией, проглатывать или вдыхать, а затем обнаруживать внутри тела с помощью радиоизображения. Используя передовое программное обеспечение, изображения ПЭТ и КТ могут быть объединены для получения высококачественного изображения, которое дает как структурную, так и функциональную информацию о поражении или повреждении головного мозга [19]. Данное исследование демонстрирует как метаболические, так и структурные аномалии поражения, и его можно использовать для диагностики типов эпилепсии, вызванных повреждением головного мозга или шоком [19]. ПЭТ имеет большой потенциал для исследования *in vivo* неврологических изменений, возникающих при эпилепсии. Его применение все еще находится на стадии проверки [20,21].

Преимущества: высокая точность - можно получить подробные изображения функции различных частей мозга, а сбор данных происходит очень быстро и динамично [22].

Недостатки: зонды с радиоактивной меткой используются для определения функций мозга, что создает риск радиационной опасности. Некоторые зонды задерживаются внутри клетки [23]. ПЭТ-изображения часто плохо отражают анализируемые детали, поэтому необходима интеграция МРТ. Это может привести к ошибочному диагнозу в случае нарушения обмена веществ, а результаты могут быть сомнительными, поскольку существует большое количество индивидуальных вариаций.

4. Однофотонная эмиссионная томография (ОФЭКТ) это особый тип ПЭТ-теста, при котором метаболическое поглощение вместе с кровотоком

отслеживается в определенной части мозга. ОФЭКТ — общепризнанный метод оценки активности нейронов при эпилепсии посредством количественного определения регионарного мозгового кровотока [24]. ОФЭКТ используется для оценки патологии, когда неврологические симптомы не обнаруживаются по данным структурной нейровизуализации. В этом методе внутривенно вводится радиологический индикатор. Благодаря кровообращению эти элементы могут проникать в клетки головного мозга из-за своей гидрофобной природы и оставаться там из-за их превращения в гидрофильные каркасы. Однако при заболеваниях головного мозга гидрофильный и липофильный баланс нарушается. Таким образом, правильное распространение этих трассеров невозможно. Участки неправильного распределения идентифицируют как эпилептические очаги. ОФЭКТ применяется для диагностики СДВГ, ОКР, шизофрении, тревоги и депрессии, эпилепсии, нейродегенеративных расстройств, двигательных расстройств, черепно-мозговой травмы, деменции, цереброваскулярных заболеваний, опухолей головного мозга и инфекций головного мозга [25].

Преимущества: Это очень сложный и точный метод, обеспечивающий детализированные изображения с высоким разрешением. Возможно быстрое определение.

Недостатки: это очень дорогая процедура; возможны радиационные опасности, и для получения высококачественных изображений необходимо соблюдать правильную диету.

Заключение

Диагностика эпилепсии на данный момент является весьма непростой задачей. Для эффективного лечения эпилепсии необходимо правильно определить локализацию эпилептических очагов, а также распространение на другие отделы головного мозга, особенно при лекарственно-устойчивых случаях. ЭЭГ может помочь определить, страдает ли пациент эпилепсией, обнаруживая аномальные пароксизмальные разряды. После предварительного обследования с помощью ЭЭГ можно определить очаги эпилептогенеза

различными методами, включая МРТ, ПЭТ, ОФЭКТ и КТ. Основа этих техник различна, но они могут обеспечивать высококачественные изображения, которые значительно облегчают диагностику эпилепсии.

Список литературы:

1. Singh T., Joshi S., Williamson J.M., Kapur J. Neocortical injury–induced status epilepticus // *Epilepsia*. 2020. № 61. Pp. 2811–2824.
2. Mishra A., Goel R.K. Modulatory Effect of Serotonergic System in Pentylentetrazole-Induced Seizures and Associated Memory Deficit: Role of 5-HT1A and 5-HT2A/2C. J. // *EpilepsyRes*. 2019. № 9. Pp. 119–125.
3. Sharma P., Wright D.K., Johnston L.A., Powell K.L., Wlodek M.E., Shultz S.R., O’Brien T.J., Gilby K.L. Differences in white matter structure between seizure prone (FAST) and seizure resistant (SLOW) rat strains // *Neurobiol. Dis*. 2017. № 104. Pp. 33–40.
4. Mishra A., Goel R.K. Chronic 5-HT3 receptor antagonism ameliorates seizures and associated memory deficit in pentylentetrazole-kindled mice // *Neuroscience*. 2016. № 339. Pp. 319–328.
5. . Shorvon S.D. The causes of epilepsy: Changing concepts of etiology of epilepsy over the past 150 years // *Epilepsia*. 2011. № 52. Pp. 1033–1044.
6. Shorvon S.D., Andermann F., Guerrini R., editors. *The Causes of Epilepsy: Common and Uncommon Causes in Adults and Children*. CambridgeUniversityPress; Cambridge, UK: 2011.
7. Xu Y., Nguyen D., Mohamed A., Carcel C., Li Q., Kutlubaev M.A., Anderson C.S., Hackett M.L. Frequency of a false positive diagnosis of epilepsy: A systematic review of observational studies // *Seizure*. 2016. № 41. Pp. 167–174.
8. Allen P.J. *EEG Instrumentation and Safety*. Germany: Springer, 2009. 133 p.
9. Priyanka A., Abhang B.W., Gawali S.C., Mehrotra S.C., editors. *Introduction to EEG-and Speech-Based Emotion Recognition*. Academic Press;

London, UK: 2016. Chapter 2—Technological Basics of EEG Recording and Operation of Apparatus. Pp. 19–50.

10. Leach J.P., Stephen L.J., Salveta C., Brodie M.J. Which electroencephalography (EEG) for epilepsy? The relative usefulness of different EEG protocols in patients with possible epilepsy // *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry*. 2006. № 77. Pp. 1040–1042.

11. Vilar L., Vilar C.F., Lyra R., Freitas M.D.C. Pitfalls in the Diagnostic Evaluation of Hyperprolactinemia // *Neuroendocrinology*. 2019. № 109. Pp. 7–19.

12. Türedi S., Hasanbasoglu A., Gunduz A., Yandi M. Clinical decision instruments for CT scan in minor head trauma // *J. Emerg. Med*. 2008. № 34. Pp. 253–259.

13. Odéen H., Parker D.L. Magnetic resonance thermometry and its biological applications—Physical principles and practical considerations // *Prog. Nucl. Magn. Reson. Spectrosc*. 2019. № 110. Pp. 34–61.

14. Heim B., Krismer F., De Marzi R., Seppi K. Magnetic resonance imaging for the diagnosis of Parkinson's disease // *J. Neural Transm. Vienna*. 2017. № 124. Pp. 915–964.

15. Risacher S.L., Saykin A.J. Neuroimaging in aging and neurologic diseases // *Handb. Clin. Neurol*. 2019. № 167. Pp. 191–227.

16. Sidhu M.K., Duncan J.S., Sander J.W. Neuroimaging in epilepsy // *Curr. Opin. Neurol*. 2018. № 31. Pp. 371–378.

17. Cendes F., Theodore W.H., Brinkmann B.H., Sulc V., Cascino G.D. Neuroimaging of epilepsy // *Handb. Clin. Neurol*. 2016. № 136. Pp. 985–1014.

18. Yoo J.G., Jakabek D., Ljung H., Velakoulis D., van Westen D., Looi J.C.L., Källén K. MRI morphology of the hippocampus in drug-resistant temporal lobe epilepsy: Shape inflation of left hippocampus and correlation of right-sided hippocampal volume and shape with visuospatial function in patients with right-sided TLE // *J. Clin. Neurosci*. 2019. № 67. Pp. 68–74.

19. Zukotynski K., Kuo P.H., Mikulis D., Rosa-Neto P., Strafella A.P., Subramaniam R.M., Black S.E. PET/CT of Dementia. // AJR. Am. J. Roentgenol. 2018. № 211. Pp. 246–259.
20. Jupp B., Binns D., Willams J., Hicks R., O'Brien T. Serial FDG-pet during epileptogenesis in the rat kainic acid model of tle reveals persistent cerebral hypometabolism: 3.044. Epilepsia. 2005;46. 289.
21. Myers R., Hume S. Small animal PET. // Eur. Neuropsychopharmacol. 2002. № 12. Pp. 545–555.
22. Herschman H.R. Micro-PET imaging and small animal models of disease // Curr. Opin. Immunol. 2003. № 5. Pp. 378–384.
23. Catafau A.M. Brain SPECT in clinical practice. Part I: Perfusion // J. Nucl. Med. 2001. № 42. Pp. 259–271.
24. McArthur C., Jampana R., Patterson J., Hadley D. Applications of cerebral SPECT // Clin. Radiol. 2011. № 66. Pp. 651–661.