

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2023

Русскин В.О.^{1,2,3}, Кузнецова А.А.^{1,2}, Соловьев В.Б.¹, Левов А.В.¹, Щедеркина И.О.^{1,2}, Лившиц М.И.^{1,4}

Клинический случай проведения теста Вады у ребенка со структурной фармакорезистентной эпилепсией

¹ГБУЗ города Москвы «Морозовская детская городская клиническая больница Департамента здравоохранения города Москвы», 119049, Москва, Россия;

²ГБУЗ «Научно-практический центр психоневрологии им. З.П. Соловьёва Департамента здравоохранения города Москвы», 115419, Москва, Россия;

³ФГБНУ «Российский научный центр хирургии имени академика А.Б. Петровского», 119435, Москва, Россия;

⁴ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова», 117997, Москва, Россия

Тест Вады является эффективным диагностическим методом, позволяющим определить полушарную локализацию речевых функций. Подавляющее большинство эпилептологических центров использует данную методику в предхирургической диагностике у взрослых пациентов с медиальной височной эпилепсией. По данным литературы, применение данного теста в педиатрической популяции является крайне редким явлением по причине необходимости адекватного контакта с пациентом. Представлено клиническое наблюдение пациентки со структурной фармакорезистентной эпилепсией, вызванной постинсультными изменениями в бассейне левой средней мозговой артерии. Для определения латерализации речевой функции пациентке в рамках предхирургического обследования был использован тест Вады. Результаты теста позволили определить, что доминирующим по речевой функции полушарием является правое. После проведенного оперативного вмешательства — транссильвиевой периинсулярной функциональной гемисферэктомии — у девочки не отмечалось ухудшения речевых функций, что подтвердило специфичность и чувствительность теста Вады у ребёнка с нарушением когнитивного развития.

Ключевые слова: тест Вады; эпилепсия; нейрохирургия; гемисферэктомия; речь; электроэнцефалография

Для цитирования: Русскин В.О., Кузнецова А.А., Соловьев В.Б., Левов А.В., Щедеркина И.О., Лившиц М.И. Клинический случай проведения теста Вады у ребенка со структурной фармакорезистентной эпилепсией. *Неврологический журнал им. Л.О. Бадаляна*. 2023; 4(3): 158–164
<https://doi.org/10.46563/2686-8997-2023-4-3-158-164>
<https://elibrary.ru/hbxdx>

Для корреспонденции: Русскин Вадим Олегович, ГБУЗ города Москвы «Морозовская детская городская клиническая больница Департамента здравоохранения города Москвы», 119049, Москва. E-mail: russkin.vadim@mail.ru

Участие авторов:

Русскин В.О.	концепция, написание текста, редактирование текста;
Кузнецова А.А.	концепция, написание текста, редактирование текста;
Соловьев В.Б.	концепция, редактирование текста;
Левов А.В.	концепция;
Щедеркина И.О.	написание текста, редактирование текста;
Лившиц М.И.	концепция.
Все авторы	утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Поступила 12.05.2023

Принята к печати 30.08.2023

Опубликована 13.10.2023

Vadim O. Russkin^{1,2,3}, Alexandra A. Kuznetsova^{1,2}, Vladimir B. Solovyov¹, Aleksandr V. Levov¹,
Inna O. Schederkina^{1,2}, Matvey I. Livshits^{1,4}

A clinical case of the Wada test in a patient with structural pharmacoresistant epilepsy

¹Morozov Children's City Clinical Hospital, Moscow, 119049, Russian Federation;

²Z.P. Solovyov Moscow Center of Psychoneurology, Moscow, 115419, Russian Federation;

³A.B. Petrovsky Russian Scientific Center of Surgery, Moscow, 119435, Russian Federation;

⁴Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, 117997, Russian Federation

Wada test is an effective diagnostic method for determining the hemispheric localization of speech functions. The vast majority of epileptological centers use this technique in pre-surgical diagnosis in adult patients with medial temporal lobe epilepsy. According to international literature, the use of this test in the pediatric population is extremely rare due to the need for adequate contact with the patient. We present a clinical case of a patient with structural pharmacoresistant epilepsy caused by post-stroke changes in the left middle cerebral artery. Wada test was used as part of a pre-surgical examination to determine the lateralization of the patient's speech function. The test results allowed determining the right hemisphere to be dominant in speech function. After the surgical intervention — transylvian periinsular functional hemispherectomy — the girl had no deterioration in speech functions, which confirmed the specificity and sensitivity of the Wada test in a child with impaired cognitive development.

Keywords: Wada test; epilepsy; neurosurgery; hemispherectomy; speech; electroencephalography

For citation: Russkin V.O., Kuznetsova A.A., Solovyov V.B., Levov A.V., Schederkina I.O., Livshits M.I. A clinical case of the Wada test in a patient with structural pharmacoresistant epilepsy. *Nevrologicheskiy zhurnal imeni L.O. Badalyana (L.O. Badalyan Neurological Journal)*. 2023; 4(3): 158–164. (In Russ.)
<https://doi.org/10.46563/2686-8997-2023-4-3-158-164>
<https://elibrary.ru/hbxdx>

For correspondence: Vadim O. Russkin, Morozov Children's City Clinical Hospital, Moscow, 119049, Russian Federation.
E-mail: russkin.vadim@mail.ru

Information about authors:

Russkin V.O., <https://orcid.org/0000-0003-4743-5522>
Kuznetsova A.A., <https://orcid.org/0000-0002-0344-9765>
Solovyov V.B., <https://orcid.org/0000-0003-0024-4630>
Levov A.V., <https://orcid.org/0000-0003-3035-9375>
Schederkina I.O., <https://orcid.org/0000-0002-2302-1205>
Livshits M.I., <https://orcid.org/0000-0001-7010-0101>

Contribution:

Russkin V.O. concept, writing text, editing;
Kuznetsova A.A. concept, writing text, editing;
Solovyov V.B. concept, editing;
Levov A.V. concept;
Schederkina I.O. writing text, editing;
Livshits M.I. concept.

All co-authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of its final version.

Acknowledgements. The study had no sponsorship.

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

Received: May 12, 2023

Accepted: August 30, 2023

Published: October 13, 2023

Введение

Эпилепсия — хроническое заболевание головного мозга, охватывающее около 70 млн человек по всему миру [1]. У трети пациентов, страдающих от эпилепсии, невозможно добиться ремиссии с использованием исключительно противоэпилептических препаратов (ПЭП) [2–5]. При впервые выявленной эпилепсии клиническая ремиссия при использовании первого и второго ПЭП достигается только в 49,5 и 36% случаев соответственно [3]. Процент эффективности противоэпилептической терапии при дальнейшем подборе значительно снижается и варьируется от 3% до 20% [6]. В связи с этим Р. Кван и соавт. предложили определение фармакорезистентной эпилепсии (ФРЭ) как невозможность полного избавления от эпилептических приступов при использовании двух и более адекватно назначенных и правильно принимаемых ПЭП [7]. Около половины пациентов с ФРЭ являются кандидатами для подробного предхирургического обследования и последующего нейрохирургического лечения эпилепсии [8, 9].

В части случаев у пациентов с ФРЭ удаётся верифицировать эпилептогенный субстрат и провести его резекцию или дисконнекцию. Пациенты, у которых патологический очаг располагается вблизи или непосредственно в структуре функционально значимых зон, представляют особую сложность и нуждаются в дополнительном дообследовании для определения локализации той или иной функции. Одной из таких функций является речь [10], причём определение локализации, а иногда ее латерализации является проблемой для специалистов ввиду сложности строения и взаимодействия структур речевых центров, а также необходимости сохранения адекватного контакта с пациентом во время проведения исследования.

Самыми распространёнными методами исследования локализации и латерализации речевой функции у пациентов с ФРЭ являются функциональная МРТ (фМРТ), интраоперационное речевое картирование и тест Вады [10, 11]. Существуют ограничения использования данных методов в педиатрической популяции ввиду сложностей в установлении контакта и выполнении инструкций у детей младше 10 лет и детей с нарушением когнитивного развития [12]. Значимым фактором также нередко является ажитированное поведение ребёнка в процессе проведения процедуры, что осложняет выполнение фМРТ и интраоперационного речевого картирования. F.E. Jansen и соавт. продемонстрировали, что двигательное беспокойство не влияет на проведение теста Вады [13].

Тест Вады был создан в конце 1940-х гг. японским неврологом Д.А. Вадой [14]. Автор метода впервые описал технику инактивации одного из полушарий головного мозга посредством введения амобарбитала с последующим проведением когнитивных тестов. В середине 1950-х гг. метод начал активно использоваться для определения латерализации речевой функции у пациентов, проходящих предхирургическое обследование при лечении ФРЭ.

Тест Вады преимущественно используется в рамках предхирургического обследования пациентов при планируемом вмешательстве на доминантной гемисфере, причем большая часть исследований проводилась на пациентах с медиальной височной эпилепсией [15]. В исследовании F.E. Jansen и соавт., проводившемся среди детей с задержкой когнитивного развития, тест Вады был выполнен 13 пациентам, у 9 из которых речевая функция успешно латерализована [13].

Приводим описание клинического случая проведения теста Вады пациенту со структурной ФРЭ, связанной с кистозно-глиозной трансформацией левого полуша-

рия после перенесённого острого нарушения мозгового кровообращения вследствие разрыва артериовенозной мальформации, для верификации доминантной по речевой функции гемисферы. Процедура была проведена в рамках предхирургического обследования пациента. Уникальность клинического случая состоит в крайней редкости использования теста Вады в педиатрической клинической эпидемиологической практике.

Клинический случай

Ребёнок от 1-й беременности, 1-х родов на сроке 39 нед. Перинатальный анамнез не отягощён. Масса при рождении — 3200 г, длина — 51 см. До 9 лет развитие по возрасту.

В возрасте 9 лет у ребёнка остро развилась общемозговая симптоматика: головная боль, рвота. Ребёнок был госпитализирован в стационар по месту жительства, где по данным компьютерной томографии (КТ) и магнитно-резонансной томографии (МРТ) головного мозга диагностирован разрыв артериовенозной мальформации в бассейне средней мозговой артерии с формированием паренхиматозного кровоизлияния в левую височную долю, массивное субарахноидальное кровоизлияние с отёком левой гемисферы. В динамике через 4 дня у девочки отмечалось ухудшение состояния за счёт развития билатерального тонико-клонического приступа, появления речевых нарушений, угнетения уровня сознания до комы I. На повторной КТ головного мозга выявлена субдуральная гематома слева, появление дислокации срединных структур, в связи с чем экстренно оперирована — удаление субдуральной гематомы (объём 70 мл), выполнение декомпрессивной трепанации черепа. В восстановительном периоде в неврологическом статусе отмечались правосторон-

ний гемипарез, сенсомоторная афазия и когнитивные нарушения. В отсроченном периоде выполнена окклюзия афферента фистульной артериовенозной мальформации левой височной доли микроспиралью. В течение года отмечалось постепенное восстановление двигательных и речевых функций, выполнено закрытие костного дефекта.

В возрасте 10 лет дебют эпилептических приступов: остановка двигательной активности, фиксация взора, тоническое напряжение и отведение правой руки продолжительностью до 10 с до 10 раз в сутки. Проводился подбор ПЭП: вальпроаты — отсутствие эффекта; этосуксимид — аггравация приступов; левитирацетам, окскарбазепин — аллергическая реакция; клобазам — увеличение длительности приступов, сонливость. Удалось достичь редукции приступов до 1 в 3–4 дня на комбинации топирамата (400 мг/сут), вальпроатов (1400 мг/сут), клобазам (10 мг/сут).

В возрасте 17 лет девочка госпитализирована в отделение нейрохирургии ГБУЗ «Морозовская детская городская клиническая больница ДЗМ» для дообследования и решения вопроса о возможности нейрохирургического лечения эпилепсии.

В неврологическом статусе отмечается умеренный правосторонний гемипарез, анизорефлексия за счёт повышения сухожильных рефлексов справа, гемипаретическая походка, поза Вернике—Мана. Обращает на себя внимание расторможенность в поведении, общие знания не соответствуют возрасту, отмечалось нарушение когнитивного развития. Посещает коррекционную школу. Выполнена МРТ головного мозга: МР-картина глиозно-атрофических изменений левого полушария большого мозга (в том числе левого гиппокампа) (рис. 1).

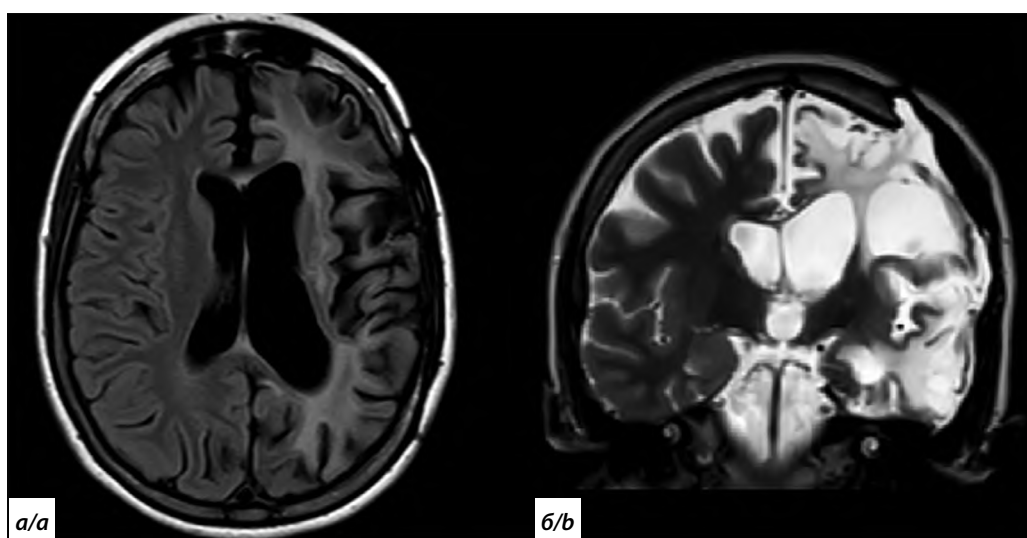


Рис. 1. МРТ головного мозга: картина глиозно-атрофических изменений левого полушария.

а — режим T1, аксиальный срез; б — режим T2, коронарный срез.

Fig. 1. Brain MRI: picture of gliosis atrophic changes in the left hemisphere.

а – T1 mode, axial section, б – T2 mode, coronary section.

Был проведён суточный видео-ЭЭГ-мониторинг на фоне отмены ПЭП (1/2 дозы топирамата и 1/2 дозы вальпроевой кислоты 1 день; полная отмена топирамата и вальпроевой на 2-й день; клобазам сохранялся в полном объёме); отмечается сохранность физиологических ритмов под отведениями правого полушария на фоне латерализованного угнетения фоновой ритмики под электродами левой гемисферы. Регистрируется региональная эпилептиформная активность в виде одиночных и сгруппированных комплексов острая волна—медленная волна, спайков и полиспайков под электродами левого полушария с выраженной склонностью к диффузному распространению (рис. 2). За время исследования зарегистрированы фокальные моторные эпилептические приступы с тоническим напряжением и вздрагиванием правой руки, длительностью до 20–30 с. Эпилептические приступы не сопровождалось появлением убедительного иктального паттерна (рис. 3).

По результатам предхирургического обследования было принято решение о проведении нейрохирурги-

ческого вмешательства — транссильвиевой периинсулярной функциональной гемисферэктомии (ТПФГ). Ввиду ухудшения речевых функций в остром периоде острого нарушения мозгового кровообращения было необходимо уточнение гемисферной латерализации речевых зон. Методом нашего выбора стал тест Вады. Другие методики латерализации речевых зон (фМРТ, интраоперационное речевое картирование) могли быть неэффективными из-за ажитированного поведения ребёнка с интеллектуальными нарушениями во время проведения исследований.

Под местной анестезией пунктирована общая бедренная артерия справа. Выполнена катетеризация внутренних сонных артерий (ВСА) и поочередно вводился пропофол (4 мл) под контролем электроэнцефалографии и лингвистического тестирования (рис. 4). При введении в левую ВСА препарата при тестировании речь была сохранена, на ЭЭГ отмечается появление медленных волн дельта-диапазона, латерализованных под электродами левой гемисферы. При введении

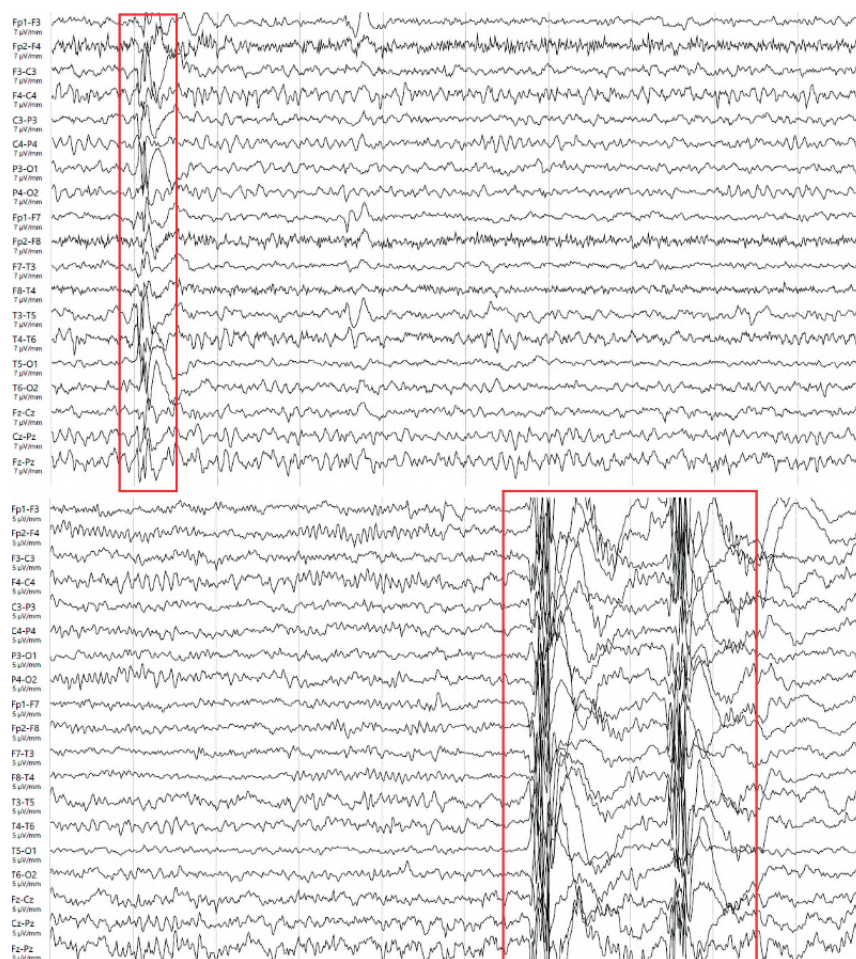


Рис. 2. ЭЭГ-картина пассивного бодрствования (сверху) и состояния сна (снизу).

Красным прямоугольником выделены разряды эпилептиформной активности.

Fig. 2. EEG picture of passive wakefulness (top) and sleep state (bottom).

Discharges of epileptiform activity are highlighted with a red rectangle.

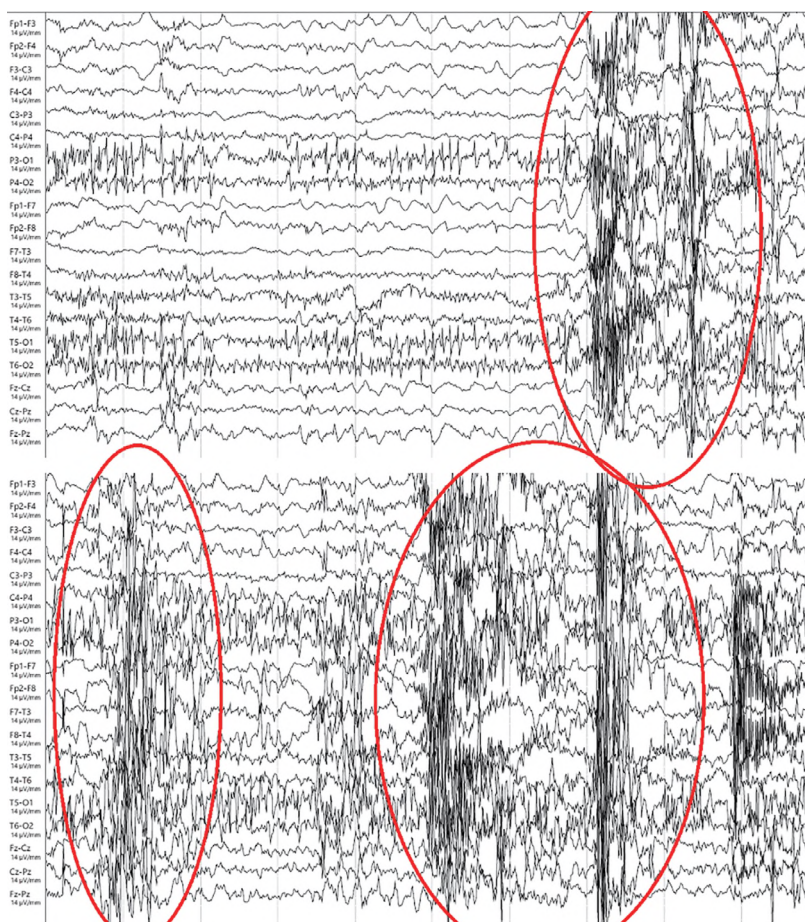


Рис. 3. ЭЭГ-картина в момент клинических проявлений.
 Выделенные участки соответствуют вздрагиваниям правой руки.

Fig. 3. EEG picture at the time of clinical manifestations.

The highlighted areas correspond to twitches of the right hand.



Рис. 4. ЭЭГ-картина в процессе введения пропофола в левую ВСА (сверху) и правую ВСА (справа).

Красными линиями отмечены электроды, под которыми отмечается появление замедления.

Fig. 4. EEG picture during the injection of propofol into the left ICA (top) and right ICA (right).

Red lines mark the electrodes under which the appearance of deceleration is noted.

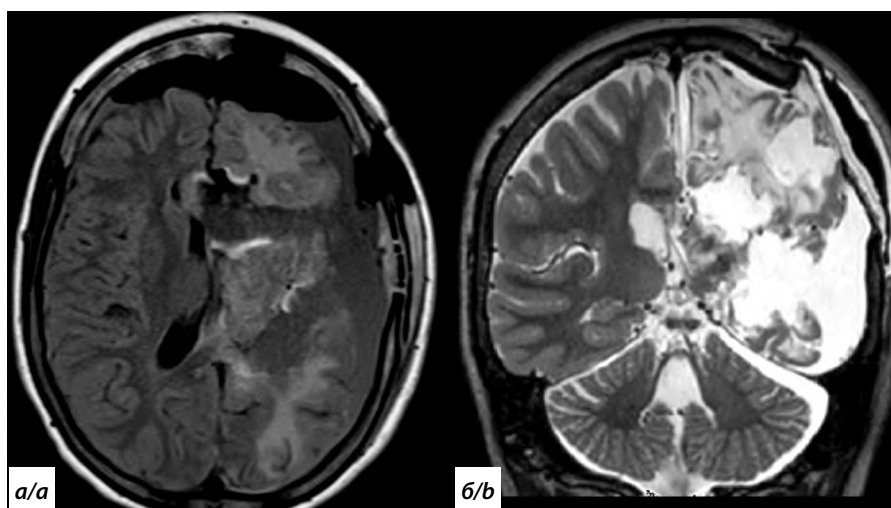


Рис. 5. Результаты МРТ после проведения ТПФГ.

МР-картина ранних постоперационных изменений. *а* — режим T2-FLAIR, аксиальный срез I; *б* — режим T2WI, коронарный срез.

Fig. 5. MRI results after FEF.

MR picture of early postoperative changes. *a* — T2-FLAIR mode, axial section I; *b* — T2WI mode, coronal section.

в правую ВСА отмечаются непонимание и трудность в воспроизведении речи, на ЭЭГ — появление медленных волн дельта-диапазона под электродами правого полушария. Результаты теста Вады указывали на доминантность правого полушария в функции воспроизведения и понимания речи.

Через 1 мес после проведения теста Вады проведена ТПФГ слева (рис. 5).

После оперативного вмешательства отмечалось нарастание правостороннего гемипареза до 1–2 баллов, в воспроизведении или понимании речи ухудшения не выявлялось.

Исход оперативного вмешательства — отсутствие эпилептических приступов (класс Ia по классификации Engel) в течение катamnестического наблюдения в течение 12 мес. При контрольном осмотре в неврологическом статусе отмечается постепенный регресс двигательных нарушений, в неврологическом статусе — умеренный гемипарез, походка гемипаретическая, как на дооперационном этапе. Планируется постепенная отмена ПЭП.

Обсуждение

Расположение эпилептогенного очага вблизи или в структуре функционально значимых зон осложняет возможности резективного нейрохирургического лечения эпилепсии. У детей с пороками развития левого полушария или его повреждением на ранних этапах развития возможно явление межполушарной реорганизации речевой функции, однако нередко речевые зоны локализуются и в структурно изменённом полушарии [14]. Методов, подтверждающих латерализационную организацию когнитивных функций, на данный момент немного. Одним из наиболее точных и малоинвазивных из них является тест Вады.

У детей с нарушением когнитивного развития процедура проведения теста Вады значительно осложняется ввиду болевых ощущений от инвазивного вмешательства (из-за чего иногда в процессе теста Вады применялась эпидуральная анестезия [13]) и затруднения выполнения инструкций в процессе проведения теста. Факторами риска неудачного проведения теста Вады являются низкий IQ (< 80) и ранний возраст пациентов (< 10 лет) [15].

В представленном клиническом наблюдении семиологическая картина приступов — вздрагивания правой руки — указывала на реализацию эпилептических приступов левым полушарием. Результаты видео-ЭЭГ-мониторинга были неочевидными: интериктальная эпилептиформная активность в левом полушарии с диффузным распространением, отсутствие чёткого иктального паттерна в момент регистрации клинических событий. Н.М. Greiner и соавт. описывали, что пациенты с полушарными формами эпилепсии почти в половине случаев имеют расхождение ЭЭГ-картины с клиническими и нейровизуализационными данными, что не является предиктором неблагоприятного исхода [16]. На основании полученных нами данных было принято решение о проведении ТПФГ. Для выполнения нейрохирургического вмешательства на левом полушарии необходимо было уточнить гемисферную латерализацию речевых зон. Сохранность речевой функции и частичное выполнение инструкций нейролингвиста позволило использовать тест Вады. Методы фМРТ и интраоперационное речевое картирование были исключены ввиду возможного двигательного беспокойства ребёнка и вероятной неадекватной стрессовой реакции в операционной в процессе проведения исследований. Для введения мы использовали пропофол, который, по данным ли-

тературы, показал себя столь же безопасным и эффективным, как и амобарбитал [17, 18]. Во время проведения теста Вады нам удалось латерализовать речевую функцию в правом полушарии головного мозга. После проведения левосторонней ТПФГ функции воспроизведения и понимания речи у пациентки остались на дооперационном уровне без существенного ухудшения двигательных функций при катamnестическом наблюдении.

Заключение

Клиническое наблюдение подтверждает эффективность использования теста Вады у пациентов для определения латерализации речевой функции перед нейрохирургическим вмешательством на левом полушарии. Кроме того, нами была продемонстрирована возможность применения в клинической практике этого метода у пациентов с нарушением когнитивного развития и сохранностью речевой функции. Наше клиническое наблюдение — уникальный пример использования теста Вады в педиатрической практике, что подтверждается редкостью описания подобных случаев в мировой литературе.

ЛИТЕРАТУРА (пп. 1, 3, 4, 6-8, 10-18 см. REFERENCES)

2. Крылов В.В., Гехт А.Б., Трифонов И.С., Лебедева А.В., Каймовский И.Л., Синкин М.В. и др. Исходы хирургического лечения пациентов с фармакорезистентными формами эпилепсии. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2016; 116(9-2): 13–8. <https://doi.org/10.17116/jnevro20161169213-18> <https://elibrary.ru/xejebd>
5. Лебедева А.В., Аведисова А.С., Кустов Г.В., Герсания А.Г., Каймовский И.Л., Ридер Ф.К. и др. Прогноз хирургического лечения фармакорезистентной эпилепсии: роль психических и когнитивных расстройств. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2018; 118(10-2): 27–36. <https://doi.org/10.17116/jnevro201811810227> <https://elibrary.ru/ywjqup>
9. Айвазян С.О., Ширяев Ю.С. Современные методы лечения пациентов с фармакорезистентной эпилепсией, доступные в РФ. *Эпилепсия и пароксизмальные состояния*. 2016; 8(1): 22–8. <https://doi.org/10.17749/2077-8333.2016.8.1.022-028> <https://elibrary.ru/whovhd>

REFERENCES

1. Löscher W., Potschka H., Sisodiya S.M., Vezzani A. Drug resistance in epilepsy: clinical impact, potential mechanisms, and new innovative treatment options. *Pharmacol. Rev.* 2020; 72(3): 606–38. <https://doi.org/10.1124/pr.120.019539>
2. Krylov V.V., Gekht A.B., Trifonov I.S., Lebedeva A.V., Kaymovskiy I.L., Sinkin M.V., et al. Outcomes of surgical treatment of patients with pharmacoresistant epilepsy. *Zhurnal nevrologii i psikiatrii im. S.S. Korsakova*. 2016; 116(9-2): 13–8. <https://doi.org/10.17116/jnevro20161169213-18> <https://elibrary.ru/xejebd> (in Russian)
3. Fattorusso A., Matricardi S., Mencaroni E., Dell'Isola G.B., Di Cara G., Striano P., et al. The Pharmacoresistant epilepsy: an overview

- on existant and new emerging therapies. *Front. Neurol.* 2021; 12: 674483. <https://doi.org/10.3389/fneur.2021.674483>
4. Lerche H. Drug-resistant epilepsy — time to target mechanisms. *Nat. Rev. Neurol.* 2020; 16(11): 595–6. <https://doi.org/10.1038/s41582-020-00419-y>
5. Lebedeva A.V., Avedisova A.S., Kustov G.V., Gersamiya A.G., Kaymovskiy I.L., Rider F.K., et al. Prognosis for surgical treatment of pharmacoresistant epilepsy: the role of mental and cognitive disorders. *Zhurnal nevrologii i psikiatrii im. S.S. Korsakova*. 2018; 118(10-2): 27–36. <https://doi.org/10.17116/jnevro201811810227> <https://elibrary.ru/ywjqup> (in Russian)
6. Tang F., Hartz A.M.S., Bauer B. Drug-resistant epilepsy: multiple hypotheses, few answers. *Front. Neurol.* 2017; 8: 301. <https://doi.org/10.3389/fneur.2017.00301>
7. Kwan P., Arzimanoglou A., Berg A.T., Brodie M.J., Allen Hauser W., Mathern G., et al. Definition of drug resistant epilepsy: consensus proposal by the ad hoc Task Force of the ILAE Commission on therapeutic strategies. *Epilepsia*. 2010; 51(6): 1069–77. <https://doi.org/10.1111/j.1528-1167.2009.02397.x>
8. Scheffer I.E., Berkovic S., Capovilla G., Connolly M.B., French J., Guilhoto L., et al. ILAE classification of the epilepsies: Position paper of the ILAE Commission for Classification and Terminology. *Epilepsia*. 2017; 58(4): 512–21. <https://doi.org/10.1111/epi.13709>
9. Ayvazyan S.O., Shiryayev Yu.S. Modern treatment of drug-resistant epilepsy, available in Russian Federation. *Epilepsiya i paroksizmal'nye sostoyaniya*. 2016; 8(1): 22–8. <https://doi.org/10.17749/2077-8333.2016.8.1.022-028> <https://elibrary.ru/whovhd> (in Russian)
10. Karami M., Mehvari Habibabadi J., Nilipour R., Barekatin M., Gaillard W.D., Soltanian-Zadeh H. Presurgical language mapping in patients with intractable epilepsy: a review study. *Basic Clin. Neurosci.* 2021; 12(2): 163–76. <https://doi.org/10.32598/bcn.12.2.2053.1>
11. Walker J.A., Quiñones-Hinojosa A., Berger M.S. Intraoperative speech mapping in 17 bilingual patients undergoing resection of a mass lesion. *Neurosurgery*. 2004; 54(1): 113–7. <https://doi.org/10.1227/01.neu.0000097270.95721.3b>
12. de Ribaupierre S., Wang A., Hayman-Abello S. Language mapping in temporal lobe epilepsy in children: special considerations. *Epilepsy Res. Treat.* 2012; 2012: 837036. <https://doi.org/10.1155/2012/837036>
13. Jansen F.E., Jennekens-Schinkel A., Van Huffelen A.C., Van Veelen W.M., Van Rijen C.P., Alpherts W.C., et al. Diagnostic significance of Wada procedure in very young children and children with developmental delay. *Eur. J. Paediatr. Neurol.* 2002; 6(6): 315–20. [https://doi.org/10.1016/s1090-3798\(02\)90619-7](https://doi.org/10.1016/s1090-3798(02)90619-7)
14. Liégeois F., Connelly A., Helen Cross J., Boyd S.G., Gadian D.G., Vargha-Khadem F., et al. Language reorganization in children with early-onset lesions of the left hemisphere: an fMRI study. *Brain*. 2004; 127(Pt. 6): 1229–36. <https://doi.org/10.1093/brain/awh159>
15. Hamer H.M., Wyllie E., Stanford L., Mascha E., Kotagal P., Wolgamuth B. Risk factors for unsuccessful testing during the intracarotid amobarbital procedure in preadolescent children. *Epilepsia*. 2000; 41(5): 554–63. <https://doi.org/10.1111/j.1528-1157.2000.tb00209.x>
16. Greiner H.M., Park Y.D., Holland K., Horn P.S., Byars A.W., Mangano F.T., et al. Scalp EEG does not predict hemispherectomy outcome. *Seizure*. 2011; 20(10): 758–63. <https://doi.org/10.1016/j.seizure.2011.07.006>
17. McCleary K., Barrash J., Granner M., Manzel K., Greider A., Jones R. The safety and efficacy of propofol as a replacement for amobarbital in intracarotid Wada testing of presurgical patients with epilepsy. *Epilepsy Behav.* 2018; 78: 25–9. <https://doi.org/10.1016/j.yebeh.2017.10.037>
18. Takayama M., Miyamoto S., Ikeda A., Mikuni N., Takahashi J.B., Usui K., et al. Intracarotid propofol test for speech and memory dominance in man. *Neurology*. 2004; 63(3): 510–5. <https://doi.org/10.1212/01.wnl.0000133199.65776.18>