

<https://doi.org/10.25512/DIR.2022.16.1.01>

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ У ДЕТЕЙ С ФАРМАКОРЕЗИСТЕНТНОЙ ФОКАЛЬНОЙ ЭПИЛЕПСИЕЙ

***М.В. Полянская** – [ORCID: 0000-0003-4468-7660]

к.м.н., врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики

Ф.А. Курбанова – [ORCID: 0000-0001-8782-3007]

врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики

А.А. Демушкина – [ORCID: 0000-0003-1502-8121]

к.м.н., врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики

И.Г. Васильев – [ORCID: 0000-0003-4443-0179]

врач-нейрохирург отделения нейрохирургии

Н.Н. Заваденко – [ORCID: 0000-0003-0103-7422]

д.м.н., профессор, зав. кафедрой неврологии, нейрохирургии и медицинской генетики имени академика Л.О. Бадаляна

А.А. Алиханов – [ORCID: 0000-0001-8097-7919]

д.м.н., профессор, зав. отделением лучевой диагностики

ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» МЗ РФ

117997 Российская Федерация, г. Москва, ул. Островитянова, 1

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

- эпилепсия у детей
- фармакорезистентная эпилепсия
- хирургическое лечение эпилепсии
- КТ
- нейровизуализация

АННОТАЦИЯ:

Введение: магнитно-резонансная томография (МРТ) существенно превосходит компьютерную томографию (КТ) в диагностике эпилептогенных структурных нарушений благодаря более высокому разрешению и лучшей дифференциации серого и белого вещества. И хотя роль КТ невелика в современной эпилептологической прехирургической нейровизуализации, в определенных случаях КТ является эффективным инструментом диагностики и у данной категории пациентов.

Цель: продемонстрировать роль КТ у детей с фокальной эпилепсией, проходящих прехирургическое обследование и оперативное лечение в условиях многопрофильного стационара.

Материалы и методы: оценены результаты обследований 65 детей с фармакорезистентной фокальной эпилепсией за период с 2016–2020 гг. Все пациенты проходили комплексную диагностическую прехирургическую подготовку и хирургическое лечение с последующей патогистологической верификацией эпилептогенного субстрата. КТ-исследования проводились на томографах Philips Ingenuity Elite 128 (США) и General Electric Lightspeed 4 (США).

Результаты: нативная КТ в дооперационном периоде выполнялась 11 (16,9%) пациентам, при этом в 6 (9,2%) наблюдениях были идентифицированы доступные для КТ-визуализации структурные изменения головного мозга, потенциально ответственные за индукцию эпилептических приступов. В 13 (20%) наблюдениях проводилась КТ-ангиография сосудов головного мозга с внутривенным введением йодсодержащего контрастного вещества (йопромид) с целью предоперационной оценки ангиоархитектоники при планировании оптимального внесосудистого оперативного доступа, а также при подозрении на наличие сосудистой мальформации. КТ головного мозга в первые сутки после операции выполнялось у 48 (73,8%) пациентов, при этом у 2-х пациентов были выявлены изменения, существенно повлиявшие на дальнейшую тактику лечения. У 3-х пациентов выполненное на фоне экзакцербации повторное КТ выявило признаки острого нарушения ликвородинамики.

Выводы: компьютерная томография может быть эффективным диагностическим инструментом при обследовании определенной когорты больных с эпилепсией, особенно при верификации костных и сосудистых (КТ-ангиография) изменений, применяется для нейронавигации, с целью контроля положения инвазивных электродов и исключения постимплантационных кровоизлияний, а также помогает выявить ранние постоперационные осложнения, тем самым влияя на тактику и исходы хирургического лечения эпилепсии. У детей с фокальной эпилепсией, проходящих хирургическое лечение, компьютерная томография и магнитно-резонансная томография являются дополняющими друг друга исследованиями, обеспечивающими адекватное нейрорадиологическое сопровождение.

Для цитирования. Полянская М.В., Курбанова Ф.А., Демушкина А.А., Васильев И.Г., Заваденко Н.Н., Алиханов А.А. «ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ У ДЕТЕЙ С ФАРМАКОРЕЗИСТЕНТНОЙ ФОКАЛЬНОЙ ЭПИЛЕПСИЕЙ». Ж. ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ И ИНТЕРВЕНЦИОННАЯ РАДИОЛОГИЯ. 2022, 16(1): 10–23.

COMPUTED TOMOGRAPHY IN CHILDREN WITH DRUG-RESISTANT FOCAL EPILEPSY

*Polyanskaya M.V. – [ORCID: 0000-0003-4468-7660]

MD, PhD

Kurbanova F.A. – [ORCID: 0000-0001-8782-3007]

MD

Demushkina A.A. – [ORCID: 0000-0003-1502-8121]

MD, PhD

Vasilyev I.G. – [ORCID: 0000-0003-4443-0179]

MD

Zavadenko N.N. – [ORCID: 0000-0003-0103-7422]

MD, PhD, professor

Alikhanov A.A. – [ORCID: 0000-0001-8097-7919]

MD, PhD, professor

Pirogov Russian National Research Medical University

1, Ostrovityanova str., Moscow, Russian Federation, 117997

KEY-WORDS:

- pediatric epilepsy
- refractory epilepsy
- epilepsy surgery
- CT
- neuroimaging

ABSTRACT:

Introduction: it is well known that magnetic resonance imaging (MRI) has superiority above computed tomography (CT) in identification of epileptogenic substrates due to higher resolution of images and the best differentiation between white and gray matter. But in some peculiar cases, CT can be the method of choice.

Aim: was to illustrate the role of CT in presurgical examination in children with drug-resistant focal epilepsy.

Materials and methods: results of CT of 65 patients with focal epilepsy had been analyzed. All patients underwent multimodal presurgical examination with followed antiepileptic surgical operation and morphological analysis. CT was performed on GE Lightspeed and Philips Ingenuity Elite scanners.

Results: in presurgical period, native CT was performed in 11 (16,9%) patients and in 6 patients, structural brain changes responsible for epilepsy were identified. In 13 patients (20%) we've used CT angiography for estimation of angio-architectonic environment in the area of potential surgical intervention and in case of suspicion on arteriovenous malformation (AVM). CT on the 1st day of post-operative period was made in 48 (73,8%) of patients, and in 2 cases CT revealed structural changes that influenced further treatment tactics. At the background of exacerbation in 3 patients, repeated CT revealed sings of acute disorders of cerebrospinal fluid circulation.

Conclusion: computed tomography can be an effective diagnostic method in examination of patients with epilepsy, especially when verifying bone and vascular (CT-angiography) changes, is used for neuronavigation to control the position of invasive electrodes and exclude post-implantation hemorrhages, and also helps to identify early postoperative complications, thus influencing tactics and outcomes of surgical treatment of epilepsy. In children with focal epilepsy undergoing surgical treatment, computed tomography and magnetic resonance imaging are complementary studies that provide adequate neuroradiological support.

Введение

Как известно, высокопольная магнитно-резонансная томография (МРТ), выполненная по протоколу высоко-разрешающего сканирования, является ключевым нейрорадиологическим исследованием у пациентов с эпилепсией, особенно при планировании хирургического лечения. Введение МРТ в диагностический арсенал позволило перевести в группу лезиональных эпилепсий, при которых может быть эффективно противоэпилептическое оперативное вмешательство, те случаи, которые ранее были классифицированы как «криптогенная» эпилепсия. При этом идентификация эпилептогенного структурного нарушения на МРТ определяет лучшие результаты хирургического лечения [1-2].

Многими исследователями показано, что МРТ суще-

ственно превосходит мультиспиральную компьютерную томографию (МСКТ, далее КТ) в диагностике эпилептогенных нарушений благодаря более высокому разрешению и лучшей дифференциации серого и белого вещества [3-5]. И хотя роль КТ в современной эпилептологической нейровизуализации невелика, в определенных случаях она является эффективным инструментом диагностики у данной категории пациентов.

В этой статье мы рассмотрим роль КТ у пациентов с фармакорезистентной фокальной эпилепсией, которые проходили предоперационное обследование и хирургическое лечение в многопрофильном детском стационаре.

Цель: продемонстрировать роль КТ в прехирургическом и постоперационном обследовании детей с фокальной эпилепсией.

Материалы и методы

Материал основан на анализе результатов исследований 65 детей с фармакорезистентной эпилепсией (ФРЭ), которые проходили лечение и были обследованы в период с 2016 по 2020 гг.

Использовались следующие критерии включения: возраст 1-18 лет;

- резистентность к медикаментозной терапии;
- структурные изменения мозга по данным МРТ;
- фокальная эпилепсия и/или очаговые изменения на ЭЭГ, выявленные при мониторинге;
- информированное согласие представителей пациентов.

Критерии исключения:

- первично генерализованные формы эпилепсии;
- жизнеугрожающие острые инфекционные, дегенеративные или неопластические процессы;
- ликвородинамические нарушения.

Всего было обследовано 65 детей (37 мальчиков и 28 девочек) в возрасте от 1,8 года до 17 лет. Все пациенты проходили комплексную диагностическую прехирургическую подготовку с оценкой и сопоставлением данных клинико-неврологических, нейропсихологических, электрофизиологических обследований и результатов нейровизуализации. При этом главным нейрорадиологическим исследованием было МРТ высокого разрешения, выполненные на томографе Discovery 750 W компании General Electric (США) с индукцией магнитно-

го поля 3 Тесла с использованием стандартной 16 канальной головной катушки.

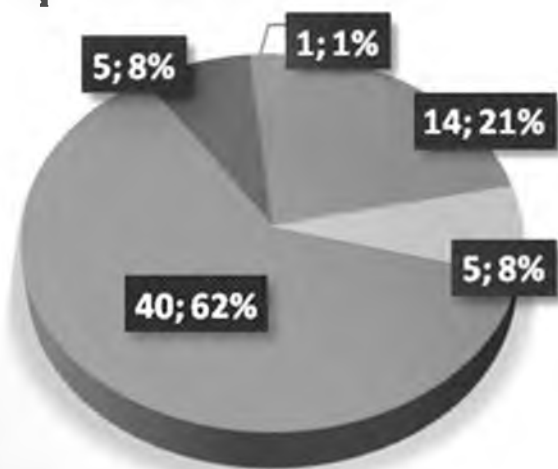
Оперативному лечению были подвергнуты все пациенты, виды вмешательств представлены на **рисунке 1**. Патоморфологическое исследование резецированного фрагмента измененного мозга с определением гистобиологической природы эпилептогенного субстрата проводилось во всех наблюдениях.

Компьютерную томографию проводили на аппаратах General Electric Lightspeed 4 (США) - 11 пациентов и Phillips Ingenuity Elite 128 (США) - 54 пациента, с шагом сканирования 3/1,5 мм, реконструкцией в 1/0,5 мм и построением мультипланарной и, в случае необходимости, трехмерной реформаций.

В качестве основного метода анализа проводилась визуальная оценка и сравнение полученных изображений. При интерпретации КТ сканов оценивали наличие потенциально эпилептогенного субстрата, наличие или отсутствие общей церебральной атрофии, гидроцефалии, асимметрии желудочковой системы, геморрагических изменений, кальцинации, отека мозга, смещение срединных структур, гемиатрофии, деструкции или деформации костей черепа. Оценивалась плотность зоны патологических изменений в единицах Хаунсфилда. При анализе КТ-ангиографии до и после контрастирования, оценивалась ангиоархитектоника, учитывалось накопление контрастного вещества или его отсутствие. Кальцификация, отложения гемосидерина, а также венозные сосуды, содержащие дезоксигенированную кровь, определялись в виде участков высокой плотности. Для каждого исследования высчитывали эффективную поглощенную дозу.

При анализе данных использовались методы описательной статистики, включающие следующие этапы: сбор, категоризация, обобщение, представление в виде таблиц и диаграмм.

Оперативные вмешательства



- Резекции
- Височная лобэктомия (ВЛЭ)
- Вертикальная функциональная гемисферотомия (ВФГСТ)
- Заднеквадрантная дисконекция (ЗКДК)
- Переднеквадрантная дисконекция (ПКДК)

Рис. 1. Типы оперативных вмешательств, выполненных у пациентов с ФРЭ.

Результаты

По результатам патоморфологического обследования основными этиологическими факторами в обследованной группе пациентов были признаны кортикальные дисплазии и пери/постнатальная патология (глиозно-атрофические изменения) головного мозга, которые стали причиной развития эпилепсии у 29 (44,6%) и 18 (27,7%) детей соответственно (**табл. 1**).

В процессе обследования пациентов с фокальной эпилепсией, проходящих хирургическое лечение, использовался необходимый арсенал нейровизуализационных методов, включающий МРТ ЗТ, высоко-разрешающее МРТ ЗТ в режиме эпилептического сканирования с дополнительными режимами, МР-

ангиографию, КТ, КТ-ангиографию. Все выполненные КТ-исследования представлены в **таблице 2**.

Нативная КТ в дооперационном периоде выполнялась 11 (16,9%) пациентам, при этом у 6 (9,2%) детей были идентифицированы доступные для КТ-визуализации структурные изменения головного мозга. Так, у 2-х пациентов с диагнозом туберозный склероз выявлялись кальцифицированные субэпендимальные узелки. В то же время, другие изменения, характерные для данного заболевания, такие как некальцинированные кортикальные/субкортикальные туберы и «миграционные линии» в белом веществе были ограничено доступны для визуализации и обнаруживались либо после сопоставления с данными МРТ, либо не идентифицировались вовсе.

Таблица 1. Этиологический фактор заболевания у оперированных детей с фокальной эпилепсией

<i>Этиологический фактор заболевания</i>	<i>Количество детей</i>	
	<i>N</i>	<i>%</i>
Глиозно-атрофические изменения (постишемического, посгеморрагического, поствоспалительного, посттравматического характера)	18	27,7%
Кортикальные дисплазии (КД)	29	44,6%
Энцефалит Расмуссена (ЭР)	7	10,8%
Туберозный склероз (ТС)	1	1,5%
Эпилептогенные опухоли (ганглиоглиомы и дисэмбриопластические нейроэпителиальные опухоли/ДНЭО, ГГ)	5	7,7%
Синдром Штурге-Вебера (СШВ)	2	3,1%
Малые сосудистые мальформации субкортикальной локализации	2	3,1%
Гиппокампальный склероз (ГС)	1	1,5%
Всего	65	100%

Таблица 2. КТ-исследования, выполненные у детей с фокальной эпилепсией, подвергнутых оперативным вмешательствам

<i>Методы нейровизуализации</i>	<i>Количество пациентов (N)</i>	<i>%</i>
КТ в т.ч. с 3D реконструкцией	11	16,9%
КТ-ангиография	13	20%
КТ для нейронавигации	15	23,1%
КТ-контроль инвазивных электродов	5	7,7%
Ранний постоперационный КТ-контроль	48	73,8%
Повторное КТ после операции	3	4,6%
Всего	65	100%

Показано, что специализированные МР-режимы, имеющие преимущество в идентификации кальция и продуктов химической биодеградации крови, такие как T2* - градиентное эхо (GRE) и изображения, взвешенные по магнитной восприимчивости (SWI), добавлен-

ные в протокол эпилептического МР-сканирования, также могут использоваться у пациентов с кальцифицированными эпилептогенными субстратами (рис. 2). Такой подход, в большинстве случаев, позволяет избежать выполнения рентгеновской компьютерной

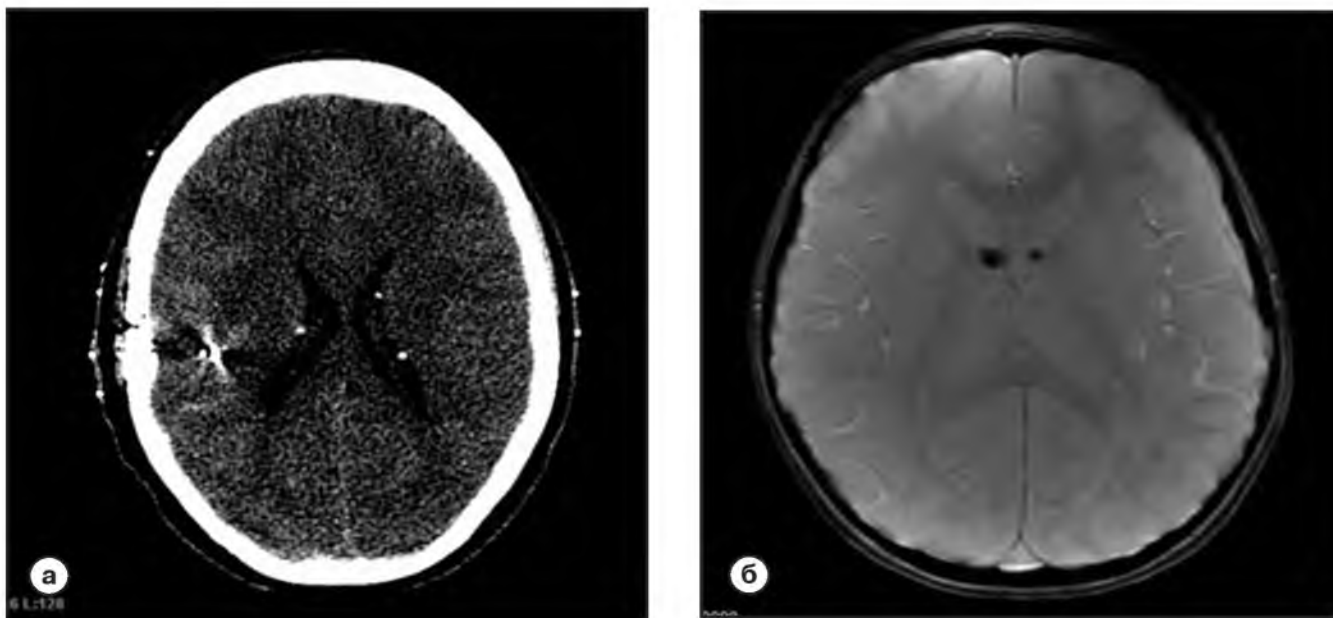


Рис. 2. Пациенты К. и А., 10 и 17 лет.

а – МСКТ, аксиальная проекция, срез на уровне тел боковых желудочков;
б – МРТ 3 Т, ИП SWAN.

Пациенты с туберозным склерозом, визуализируются кальцинированные субэпидимальные узелки, гиперденсивные (до 760 HU) на КТ и характеризующиеся выпадением сигнала на МР-ИП SWAN.

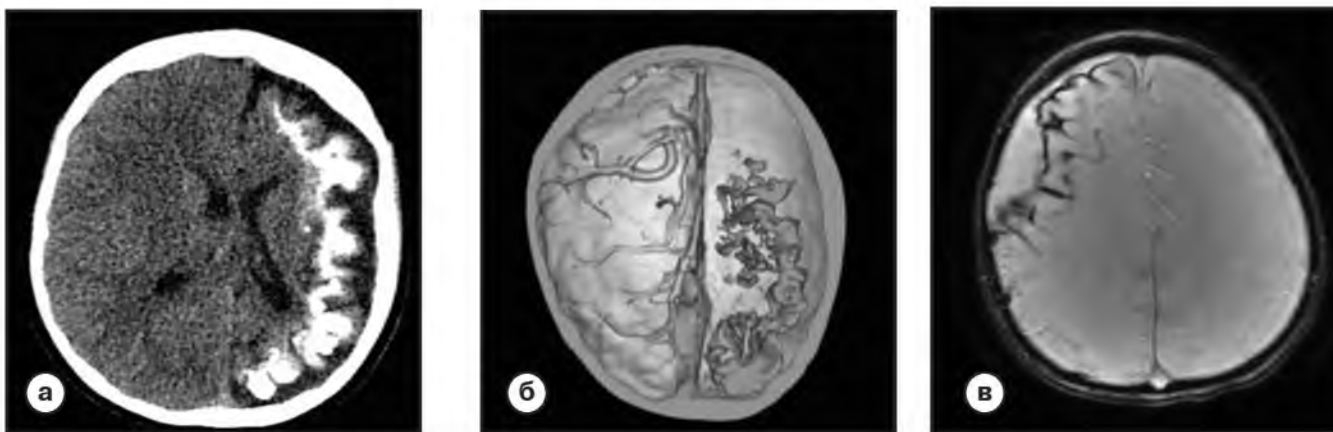


Рис. 3. Пациенты С. и Н., 13 и 9 лет.

а – МСКТ, аксиальная проекция, срез на уровне тел боковых желудочков;
б – КТА 3D реконструкция, аксиальная проекция;
в – МРТ 3 Т, ИП SWAN.

Синдром Штурге-Вебера. Выраженная атрофия с массивной гириформной кальцификацией всего левого полушария головного мозга, аплазия конвексимальных вен слева и гипоплазия левых отделов верхнего сагиттального синуса (симптом «пустых» синусов) (а,б);

SWAN демонстрируют суперфициальную кальцификацию и сидероз в правой лобной области, также сопряженную с корково-подкорковой церебральной атрофией (в).

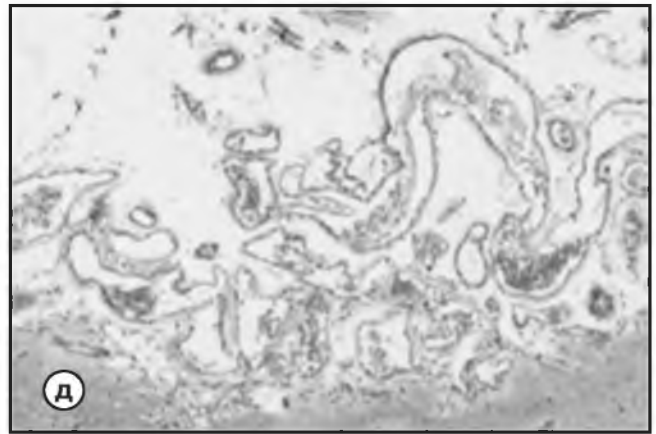
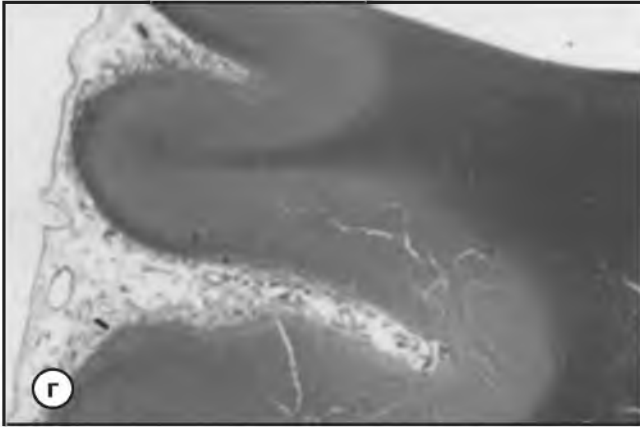


Рис. 3. Пациенты С. и Н., 13 и 9 лет.
г, д – гистологический препарат. Окраска гематоксилин-эозином (HE). Ангиоматоз мягких мозговых оболочек, *plan* (г), $\times 200$ (д).

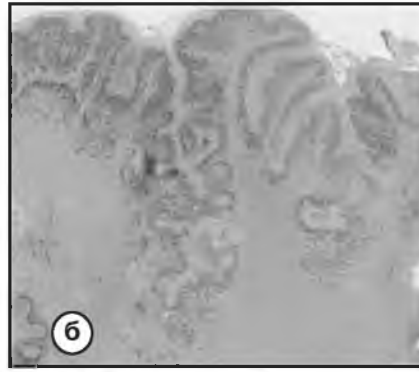


Рис. 4. Пациент К., 4 года.
а – МСКТ, сагиттальная проекция, картина диффузной дисплазии-полимикрогирии правого полушария - отмечается аномальная избыточная скулькация с нарушением рисунка борозд и извилин;
б – Гистологический препарат. Определяются многочисленные мелкие извилины, *NeuN, plan*;
в – Нарушение стратификации кортекса. Окраска гематоксилин-эозином (HE), *plan*.

томографии, в том числе у пациентов с туберозным склерозом, тем самым нивелируя риски, связанные с лучевой нагрузкой, что особенно актуально в педиатрической практике [6].

У 2-х детей с синдромом Штурге-Вебера на КТ и КТА выявлялась типичная для данного заболевания картина - гириформная кальцификация с атрофическими изменениями полушария и аномальное строение вен. При проведении МР-диагностики с включением в протокол последовательностей, чувствительных к гемосидерину и кальцию, идентификация данного полушарного поражения также не представляет трудностей и без рентгеновской томографии (**рис. 3**).

Четверым пациентам (6,2%) с эпилепсией КТ проводилась с целью исключения вероятных сочетанных аномалий мозгового или лицевого скелета и кранио-вертебрального перехода. У одного ребенка при этом была выявлена унилатеральная полимикрогирия - опре-

делялась выраженная избыточная скулькация коры, достаточно хорошо определяемая на КТ сканах (**рис. 4**). У одного ребенка по данным КТ диагностирована гемимегалоэнцефалия - диспластическая организация всего правого полушария, сопряженная с его увеличением, нарушением рисунка борозд, неравномерным снижением плотности белого вещества и смещением срединных структур влево в сочетании с асимметрией мозгового черепа. У 2-х детей отмечалась неспецифическая церебральная субатрофия с вторичным расширением субарахноидальных пространств больших полушарий.

В 13 (20%) наблюдениях проводилась КТ-ангиография сосудов головного мозга с внутривенным введением йодсодержащего контрастного вещества (йопромид) с целью предоперационной оценки ангиоархитектоники при подозрении на наличие сосудистой мальформации или при планировании оптимального внесосудистого оперативного доступа. При этом бесконтрастная

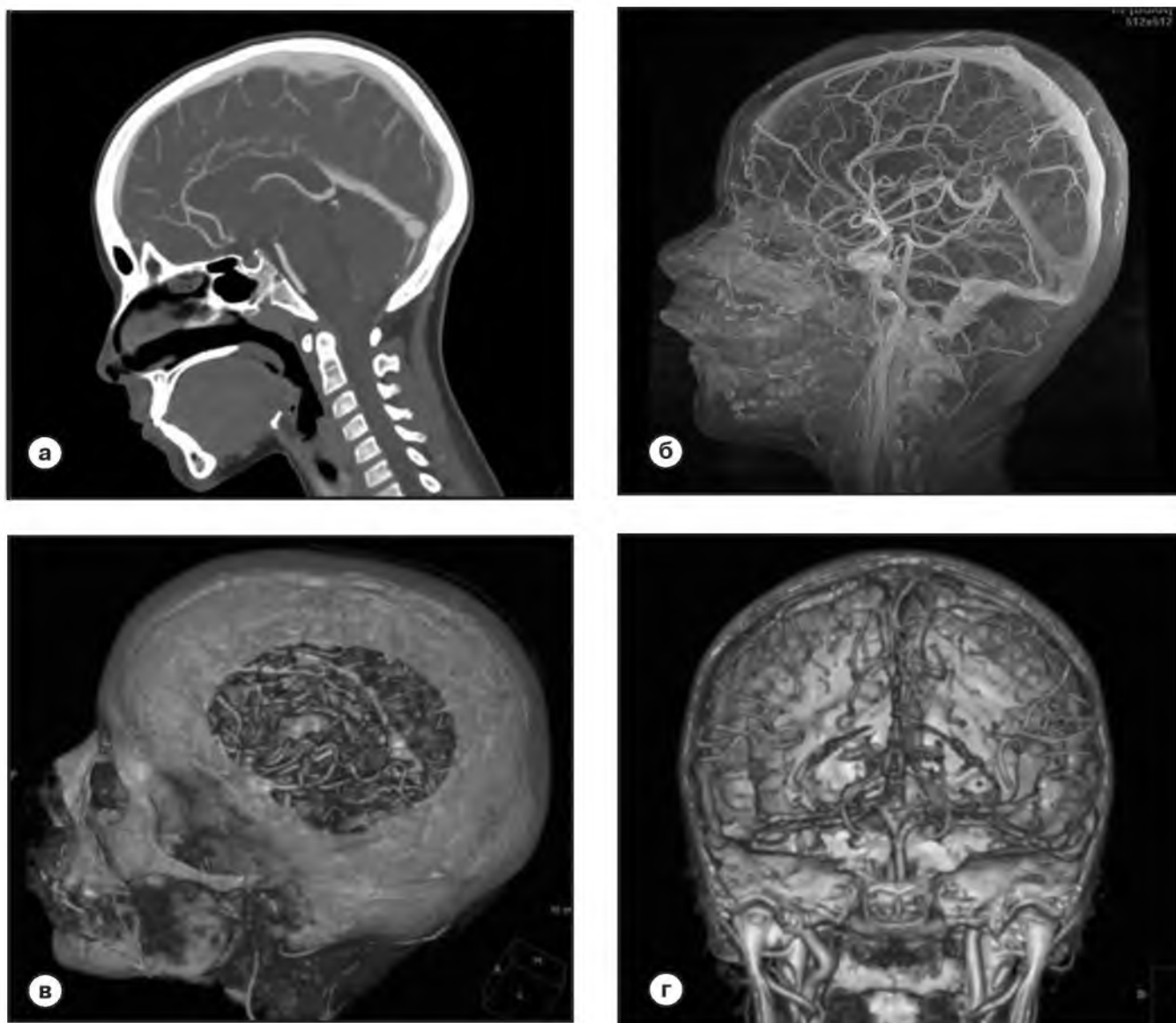


Рис. 5. Пациенты П. и О., 12 и 6 лет.
 а – КТА, сагиттальная проекция;
 б – МРТ 3 Т реконструкция сосудистого русла;
 в, г – КТА 3Д реконструкция.
 Оценка церебральной ангиоархитектоники перед противоэpileптическим вмешательством.

или контрастная МР-ангиография выполнялась у 36 пациентов (**рис. 5**).

У 5-х пациентов из 12-и, которым проводился инвазивный ЭЭГ-мониторинг, выполнялось КТ-исследование с целью подтверждения корректной постановки электродов и исключения ранних постимплантационных осложнений (**рис. 6**). У 7-и пациентов положение электродов уточнялось при помощи МРТ головного мозга.

Постоперационный контроль

КТ проводилось в первые сутки после операции для исключения ранних осложнений, таких как гематомы, отек мозга, острые нарушения мозгового кровообращения и нарушения ликвородинамики (**рис. 7**). При этом выявлялись типичные постоперационные

изменения - мелкие геморрагические включения и небольшие гиподенсивные участки (отек и локальная ишемия) вдоль зоны томии или резекции, небольшое количество крови в желудочках, эпидуральные гематомы в зоне трепанации без значимого компрессионного воздействия на полушария мозга, тонкие плащевидные субдуральные гематомы, постоперационные полости, заполненные ликвором, воздушные включения под оболочками мозга и в ликворной системе.

КТ головного мозга в первые сутки после операции выполнялось у 48 (73,8%) пациентов, МРТ головного мозга у 17 (26,2%). При этом контрольное КТ-исследование проводилось пациентам, подвергнутым

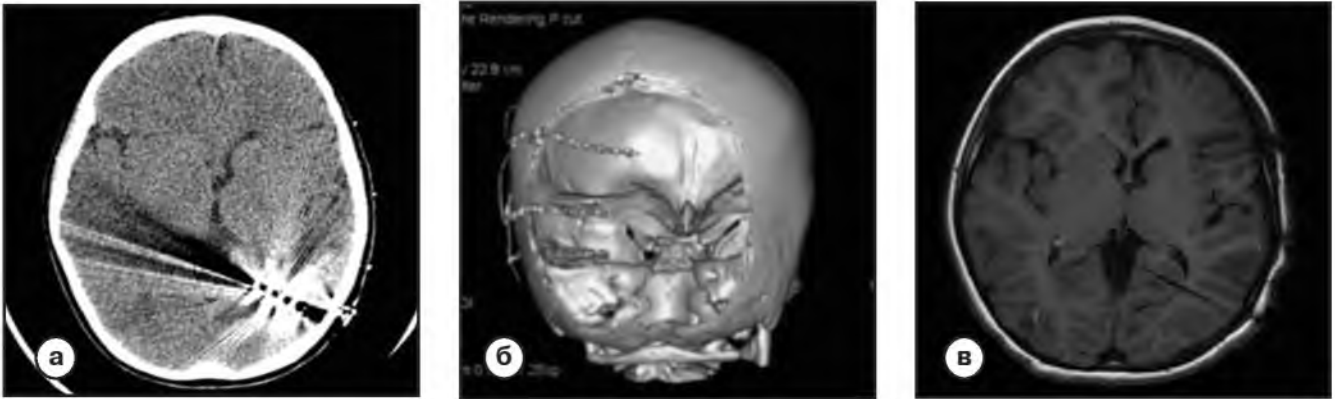


Рис. 6. Пациенты Ц. и В., 6 и 8 лет.
 а – МСКТ, аксиальная проекция;
 б – 3D реконструкция черепа с электродами;
 в – МРТ 3 Т, ИП Т1.

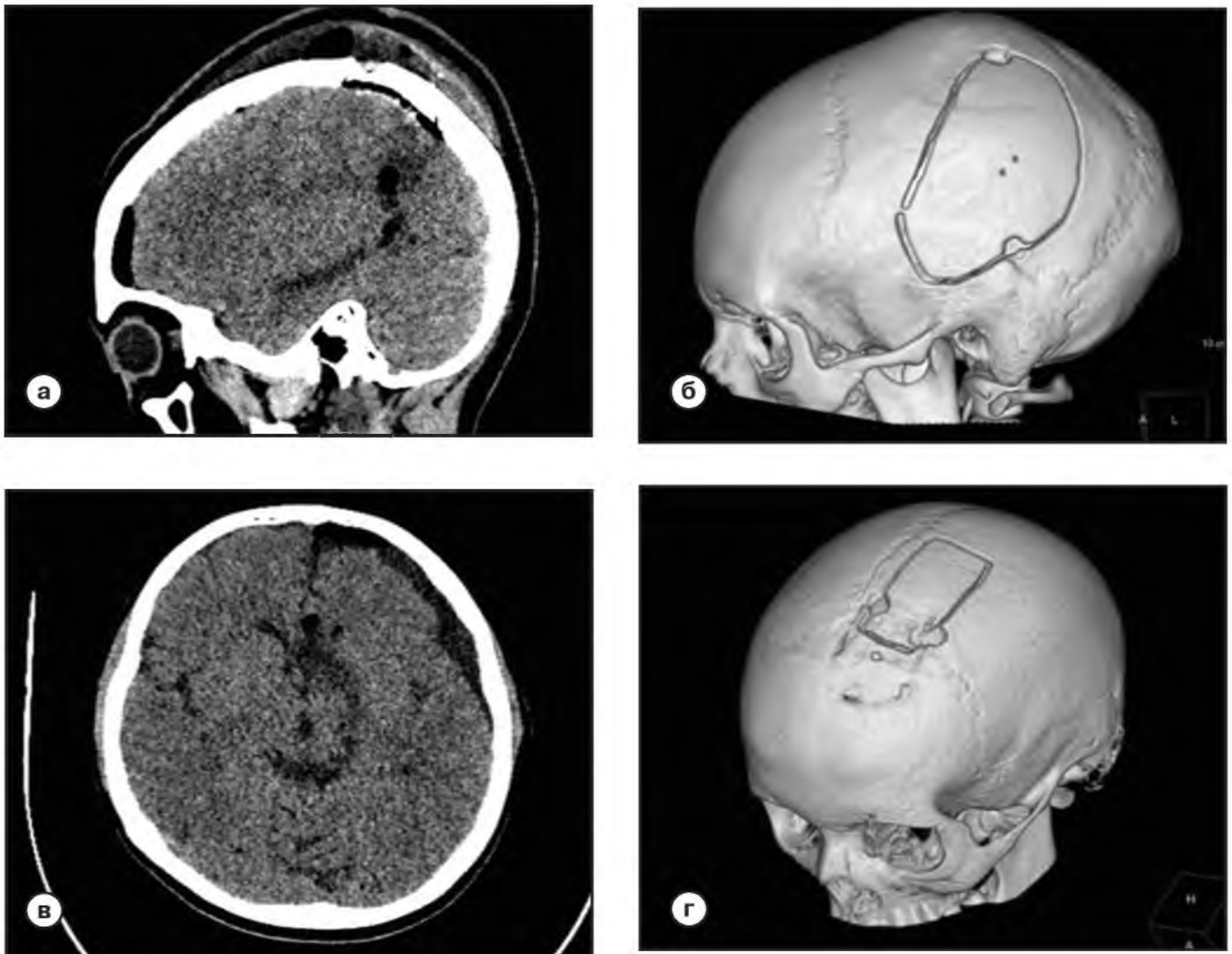


Рис. 7. Пациенты А. и Х., 13 и 8 лет.
 а, б – МСКТ, сагиттальная проекция и 3D реконструкция;
 в, г – МСКТ, аксиальная проекция и 3D реконструкция.
 1-ые сутки после операций: задне-квадрантной дисконнекции слева (а, б) и вертикальной функциональной гемосферотомии слева (в, г). Зоны томии типичной локализации, вдоль ее края мелкие участки геморрагического пропитывания, реактивного отека и мелкие воздушные включения. В зоне трепанации эпидуральная гематома с воздухом и субпаневротическая гематома, отек мягких тканей (а).

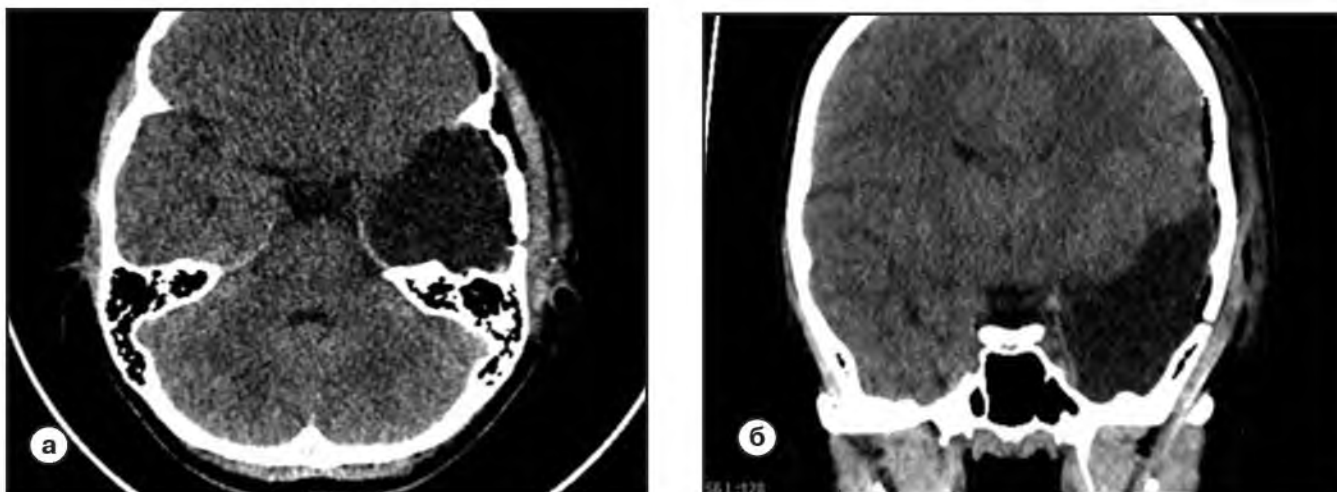


Рис. 8. Пациентка К., 11 лет.
 а, б – МСКТ, аксиальная и коронарная проекция.
 1-е сутки после височной лобэктомии слева у ребенка со структурной фокальной височной ФРЭ. Полос, передне- и медиобазальные отделы левой височной доли, в т.ч. миндалина и гиппокамп оперативно удалены, на их месте ликворная полость. Вдоль медиальной и задней поверхности линии резекции мелкие геморрагические включения.

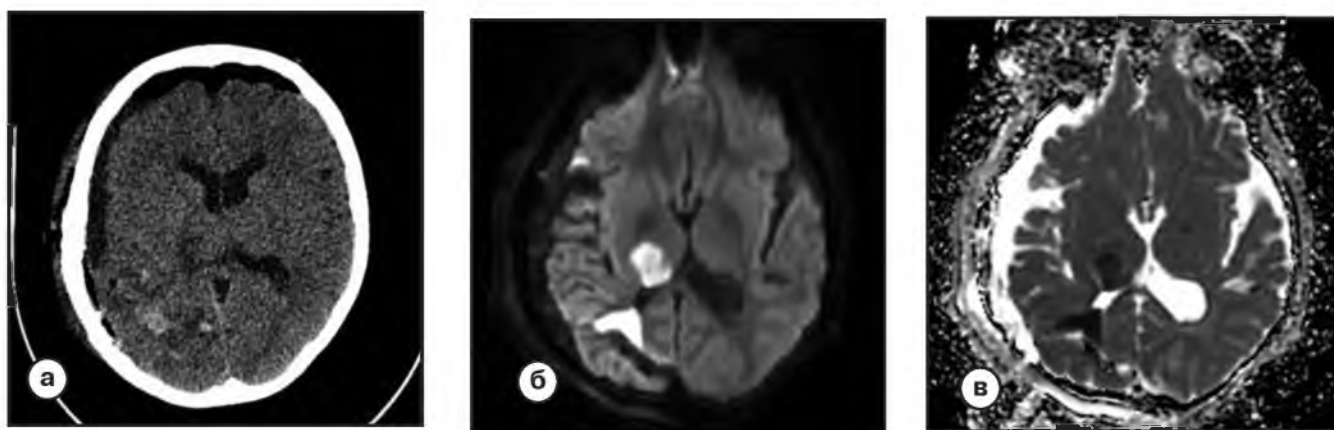


Рис. 9. Пациент Ц., 12 лет.
 а – МСКТ, аксиальная проекция;
 б – МРТ ЭТ, ИП DWI;
 в – карты ADC в аксиальной проекции.
 1-ые сутки после задне-квадрантной дисконнекции справа. Вдоль зоны томии перифокальный отек и геморрагическая имbibция. В ножке мозга справа с переходом на правый таламус и заднее бедро внутренней капсулы определяется гиподенсивная зона (вероятно, вторичная ишемия). Характеризуется ограничением диффузии по данным DWI и карт ADC - картина острой ишемии.

дисконнекционным операциям и 2-м пациентам после лобэктомии (рис. 7, 8).

Ранний МР-контроль с целью оценки полноты резекции, верификации наличия или отсутствия остаточных фрагментов патологического субстрата и визуализации десквамации и отека проводился у пациентов, подвергнутых резекционным операциям. В 7-и наблюдениях после рентгеновской компьютерной томографии в течение первой недели после операции выполнялось МР-исследование в режиме трактографии для идентификации эффективности разобщения полушарий.

Из общего количества пациентов на послеопераци-

онных КТ-сканах у двоих детей были выявлены изменения, ответственные за ухудшение состояния. Так, у одного ребенка была идентифицирована паренхиматозная гематома. В другом наблюдении, на фоне ухудшения состояния пациента в первые сутки после операции (нарастание левостороннего гемипареза, возникновение судорожных приступов) при проведении экстренного КТ-исследования, помимо геморрагических изменений вдоль зоны томии, были обнаружены участки сниженной плотности в правой ножке мозга с переходом на таламус и заднее бедро внутренней капсулы - очаги вторичного/реактивного

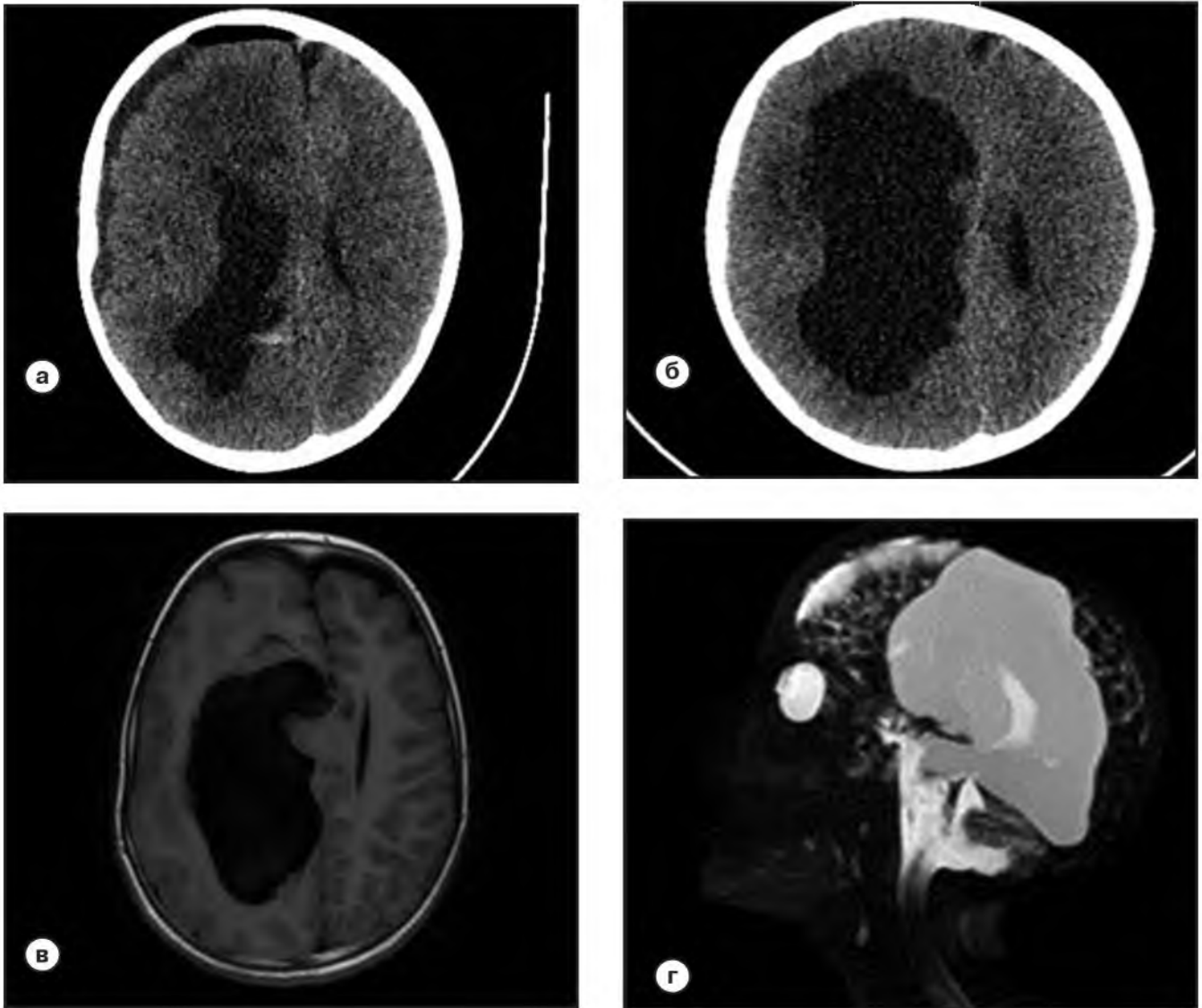


Рис. 10. Пациент С., 6 лет.

*а, б – МСКТ, аксиальная проекция;
в – МРТ 3 Т, ИП Т1 в аксиальной проекции;
г – МР-ликворография, коронарная проекция.*

1-е сутки после ВФГСТ справа у ребенка с правосторонней гемимегалоэнцефалией, типичные п/о изменения (а). 6-е и 7-е сутки после операции - нарастающая степень вентрикуломегалии правого бокового желудочка (б-г).

острого ишемического поражения. Ребенок транспортирован в кабинет МРТ, при выполнении исследования с обязательным включением в протокол ИП диффузионно-взвешенных изображений с построением карт ИКД, диагноз был подтвержден (**рис. 9**).

У 3-х детей в разные сроки после операции (от 3-х до 6 дней) отмечалось ухудшение состояния в виде нарастания общемозговой симптоматики, вялости, апатии, снижения аппетита, в связи с чем были выполнены экстренные КТ-исследования, по результатам которых выявлялись признаки ликвородинамических нарушений. Так, у одного ребенка выполненное на

фоне эксацербации на 6-е сутки после оперативного вмешательства исследование выявило нарушение ликвородинамики с развитием окклюзионной моно-вентрикулярной гидроцефалии. При МР исследовании, проведенном на следующий день после рентгеновской томографии, диагноз был подтвержден, при этом релаксационные характеристики ликвора «изолированного» желудочка отличались от таковых остальной ликворной системы (**рис. 10**). После длительного наружного вентрикулярного дренирования, пациенту выполнена вентрикулосубгалеостомия справа с положительным эффектом. Общемозговая

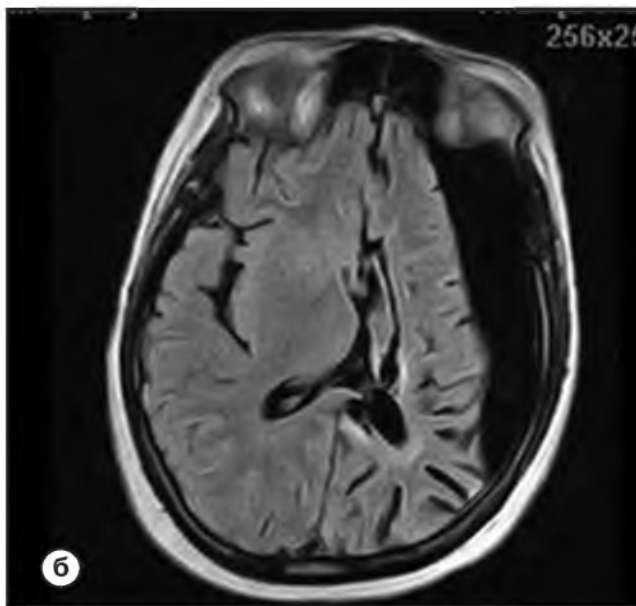


Рис. 11. Пациентка О., 9 лет.

а – МСКТ, аксиальная проекция;

б – МРТ 3 Т, ИП FLAIR в аксиальной проекции.

1-ые сутки после ВФГТ справа (а). Контрольное исследование через 8 месяцев после операции на фоне полного регресса эпилептических приступов (б).

симптоматика регрессировала, эпилептических приступов за период наблюдения после гемисферотмии не наблюдалось.

Таким образом рентгеновская компьютерная томография показала себя эффективным инструментом экстренной визуализации при осложнениях в постоперационном периоде у детей с эпилепсией.

В качестве отсроченного контрольного постоперационного исследования всем 65 пациентам выполнялось МРТ, сроки его проведения варьировали от 3 до 10 месяцев (**рис. 11**).

Обсуждение

До введения МРТ в диагностический арсенал у больных с эпилепсией рентгеновская компьютерная томография являлась единственным методом прижизненной визуализации объемных образований, кровоизлияний, ишемических событий, обширных пороков развития и иных ситуаций, при которых мог развиваться судорожный синдром, при этом в большом проценте наблюдений у пациентов с повторяющимися эпилептическими приступами КТ не выявляла изменений. Появление высокопольных МР-томографов и специализированных протоколов сканирования позволило значительно увеличить процент обнаружения эпилептогенных структурных нарушений [1,7].

В настоящее время не подлежит сомнению, что КТ имеет второстепенное и вспомогательное значение при обследовании пациентов с эпилепсией [8-10]. КТ

малоэффективна в выявлении мезиального темпорального склероза, фокальных кортикальных дисплазий, небольших нейроглиальных опухолей и других малых эпилептогенных структурных нарушений, при этом более низкая ее чувствительность связана с худшим пространственным разрешением мягких тканей, особенно в области височной ямки.

Несмотря на это, в ряде случаев КТ по-прежнему является применяемым и даже предпочтительным методом визуализации у пациентов с эпилептическими приступами. КТ наиболее часто выполняется в urgentных ситуациях ввиду большей доступности и высокой скорости сканирования. Так, рентгеновская компьютерная томография применяется в качестве экстренного метода исследования при дебюте судорожного синдрома для исключения патологии, требующей срочного вмешательства [11], в первую очередь опухолей и острых кровоизлияний. При этом МРТ может потребоваться, если результаты КТ отрицательны или неубедительны, например, при подозрении на энцефалит или кортикальную мальформацию. Высокая скорость сканирования также делает КТ удобным методом в периоперационном периоде.

В некоторых случаях КТ исследования могут быть оправданы у детей с врожденной нейроинфекцией в анамнезе, в идентификации кальцифицированных субстратов у пациентов с некоторыми нейрокожными синдромами (туберозный склероз, синдром Штурге-Вебера), у больных с нейроцистицеркозом - распространенной причиной фокальной симптоматической

эпилепсии в большинстве развивающихся стран, где нередко рентгеновская томография является единственным доступным методом нейровизуализации [12-16].

Нативная КТ наилучшим образом демонстрирует ремоделирование костей черепа, обусловленное воздействием интракраниальных субстратов (медленно-растущих опухолей, сосудистых дисплазий) или кра-ниосиностазами. Рентгеновская томография нередко дополняет МР-исследование у пациентов с энцефалоцеле для обнаружения дефектов костей черепа [17].

КТ достаточно эффективна в контроле позиционирования электродов при проведении инвазивного ЭЭГ-мониторинга, однако для более точного определения положения электродов рекомендуется постимплантационная МРТ [18].

В некоторых учреждениях при имплантации внутречерепных электроэнцефалографических электродов и электродов для глубокой стимуляции головного мозга применяется интраоперационная КТ (иКТ) с использованием устройства O-arm. При этом на сканах определяется их расположение и глубина введения, а благодаря специализированной программе данные иКТ объединяются с изображениями предоперационной МРТ, что позволяет хирургической бригаде интраоперационно уточнить и, если нужно, скорректировать окончательное позиционирование электродов [19].

КТ-ангиография с в/в болюсным введением йодсодержащего контрастного средства является основным методом выбора у пациентов с подозрением на интракраниальные сосудистые мальформации для уточнения ангиоархитектоники, а также при планировании оптимального (внесосудистого) оперативного доступа [20].

Постоперационная КТ выполняется на следующий день после вмешательства, обычно перед переводом пациента из ОРИТ в нейрохирургическое отделение, с целью выявления ранних потенциально опасных для жизни осложнений, таких как кровоизлияние, ишемия, отек мозга и острые ликвородинамические нарушения. Плановое постоперационное КТ-исследование на следующий день после вмешательства является традиционной практикой в нейрохирургических отделениях. Вместе с тем, некоторыми авторами необходимость рутинного КТ подвергалась сомнениям, при этом предлагалось селективное ее использование у тех пациентов, у которых отмечалось ухудшение состояния [21-22].

Как известно, основными преимуществами компьютерных томографов является более низкая стоимость как самого сканера, так и его обслуживания, большая

распространенность, простота использования и высокая скорость сканирования. Последнее особенно важно при обследовании детей и взрослых с нарушением интеллектуально-мнестических функций. Так, томографы нового поколения способны генерировать изображение мозга за секунды, что существенно снижает вероятность артефактов движения даже в самых неблагоприятных условиях. При этом рентгеновская томография не имеет спектра противопоказаний, характерных для МРТ.

Безусловно КТ несет риски, связанные с радиационным облучением, что особенно значимо при обследовании детей из-за повышенного риска развития онкологических заболеваний в течение дальнейшей жизни, связанного с накоплением дозы ионизирующего излучения. Учитывая это, крайне важно снижение дозовой нагрузки при обследовании педиатрических пациентов [23].

Выводы

Таким образом, рентгеновская компьютерная томография не должна полностью исключаться из арсенала нейровизуализации детей с фокальной эпилепсией. Этот метод может быть эффективным дополнительным диагностическим инструментом при обследовании определенной когорты больных с эпилепсией, особенно для верификации костных и сосудистых (КТА) изменений. КТ применяется для нейронавигации, эффективна в контроле положения инвазивных электродов при проведении инвазивного электроэнцефалографического исследования, а также у пациентов в постимплантационном и постоперационном периодах для исключения ранних осложнений.

У большей части обследованных нами детей рентгеновская КТ могла быть заменена МР-сканированием, которое не связано с ионизирующим излучением и, таким образом, более безопасна для ребенка. Однако, учитывая тот факт, что в настоящее время КТ является более доступным методом нейровизуализации, с существенно более высокой скоростью сканирования, позволяющей сократить количество и время анестезиологических пособий, а также с отсутствием спектра противопоказаний к исследованию, характерного для МРТ, диагностическая ценность этого метода у детей с фокальной эпилепсией, неоспорима.

Резюмируя, можно сказать, что у детей с фокальной эпилепсией КТ и МРТ являются дополняющими друг друга исследованиями, обеспечивающими адекватное нейрорадиологическое сопровождение пациентов, проходящих хирургическое лечение. ■

Список литературы/References

1. Fitsiori A, Hiremath SB, Boto J, et al. Morphological and Advanced Imaging of Epilepsy: Beyond the Basics. *Children*. 2019; 6(3): 43.
<https://doi.org/10.3390/children6030043>
2. Baumgartner C, Koren JP, Britto-Arias M, et al. Presurgical epilepsy evaluation and epilepsy surgery. *F1000Research*. 2019; 8.
<https://doi.org/10.12688/f1000research.17714.1>
3. Skjei KL, Dlugos DJ. The evaluation of treatment-resistant epilepsy. *Semin Pediatr Neurol*. 2011; 18: 150-170.
<https://doi.org/10.1016/j.spen.2011.06.002>
4. Middlebrooks EH, Ver Hoef L, Szaflarski JP. Neuroimaging in Epilepsy. *Curr Neurol Neurosci Rep*. 2017; 17(4): 32.
<https://doi.org/10.1007/s11910-017-0746-x>
5. Takanashi J. MRI and CT in the diagnosis of epilepsy. *Nihon Rinsho*. 2014; 72(5): 819-26.
6. Полянская М.В., Демушкина А.А., Костылев Ф.А. и др. Возможности режима SWI в магнитно-резонансной нейровизуализации у детей с фокальной эпилепсией. *Эпилепсия и пароксизмальные состояния*. 2020; 12(2): 105-116.
Polyanskaya MV, Demushkina AA, Kostylev FA, et al. The role of susceptibility-weighted imaging (SWI) in neuroimaging in children with focal epilepsy. *Epilepsy and paroxysmal conditions*. 2020; 12(2): 105-116 [In Russ].
<https://doi.org/10.17749/2077-8333/epi.par.con.2020.025>
7. Cendes F, Theodore WH, Brinkmann BH, et al. Neuroimaging of epilepsy. *Handbook of Clin. Neurol*. 2016; 136: 985-1014.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53486-6.00051-X>
8. Roy T, Pandit A. Neuroimaging in epilepsy. *Annals of Indian Academy of Neurology*. 2011; 14(2): 78.
<https://doi.org/10.4103/0972-2327.82787>
9. Lalpalme-Remis S, Cascino GD. Imaging for Adults With Seizures and Epilepsy. *Continuum*. 2016; 22(5): 1451-1479.
<https://doi.org/10.1212/CON.0000000000000370>
10. Duncan JS. Brain imaging in epilepsy. *Practical Neurology*. 2018: 002180.
<https://doi.org/10.1136/practneurol-2018-002180>
11. Tranvinh E, Lanzman B, Provenzale J, Wintermark M. Imaging Evaluation of the Adult Presenting With New-Onset Seizure. *Am J Roentgenol*. 2019; 212(1): 15-25.
<https://doi.org/10.2214/AJR.18.20202>
12. Lompo DL, Diallo O, Dao BA, et al. Etiologies of non-genetic epilepsies of child and adolescent, newly diagnosed in Ouagadougou, Burkina Faso. *Pan African Medical Journal*. 2019; 31.
<https://doi.org/10.11604/pamj.2018.31.175.170>
13. Goel D, Dhanai JS, Agarwal A, et al. Neurocysticercosis and its impact on crude prevalence rate of epilepsy in an Indian community. *Neurol India*. 2011; 59(1): 37-40.
<https://doi.org/10.4103/0028-3886.76855>
14. Mengistu G, Ewunetu BD, Johnston JC, Metaferia GZ. Neuroimaging of Ethiopian patients with epilepsy: a retrospective review. *Ethiop Med J*. 2014; 52(2): 57-66.
15. Patel N, Jain A, Iyer V, et al. Clinico - diagnostic and therapeutic relevance of computed tomography scan of brain in children with partial seizures. *Annals of Indian Academy of Neurology*, 2013; 16(3): 352.
<https://doi.org/10.4103/0972-2327.116928>
16. Cherian A, Syam UK, Sreevidya D, et al. Low seroprevalence of systemic cysticercosis among patients with epilepsy in Kerala, South India. *J Infect Public Health*. 2014; 7(4): 271-6.
<https://doi.org/10.1016/j.jiph.2013.08.005>
17. Panov F, Li Y, Chang EF, et al. Epilepsy with temporal encephalocele: Characteristics of electrocorticography and surgical outcome. *Epilepsia*. 2015; 57(2): 33-38.
<https://doi.org/10.1111/epi.13271>
18. Van Rooijen BD, Backes WH, Schijns OEMG, et al. Brain Imaging in Chronic Epilepsy Patients After Depth Electrode (Stereoelectroencephalography) Implantation. *Neurosurgery*. 2013; 73(3): 543-549.
<https://doi.org/10.1227/01.neu.0000431478.79536.68>
19. Lee DJ, Zwienerberg-Lee M, Seyal M, Shahlaie K. Intraoperative computed tomography for intracranial electrode implantation surgery in medically refractory epilepsy. *Journal of Neurosurgery*. 2015; 122(3): 526-531.
<https://doi.org/10.3171/2014.9.jns.13919>
20. Schmidt RF, Lang MJ, Hoelscher CM, et al. Flat-Detector Computed Tomography for Evaluation of Intracerebral Vasculature for Planning of Stereoelectroencephalography Electrode Implantation. *World Neurosurg*. 2018; 110: 585-592.
<https://doi.org/10.1016/j.wneu.2017.11.063>
21. Freyschlag CF, Gruber R, Bauer M, et al. Routine postoperative CT is not helpful after elective craniotomy. *World Neurosurgery*. 2018.
<https://doi.org/10.1016/j.wneu.2018.11.079>
22. Fontes RB, Smith AP, Munoz LF, et al. Relevance of early head CT scans following neurosurgical procedures: an analysis of 892 intracranial procedures at Rush University Medical Center. *J Neurosurg*. 2014; 121: 307-312.
23. Almohiy H. Paediatric computed tomography radiation dose: A review of the global dilemma. *World J. Radiol*. 2014; 6: 1-6.
<https://doi.org/10.4329/wjr.v6.i1.1>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ**ПОЛЯНСКАЯ МАЙЯ ВЛАДИМИРОВНА [ORCID: 0000-0003-4468-7660]**

к.м.н., врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики Российской детской клинической больницы ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова

КУРБАНОВА ФАРИДА АЙДЫНОВНА [ORCID: 0000-0001-8782-3007]

врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики Российской детской клинической больницы ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова

ДЕМУШКИНА АЛИСА АНАТОЛЬЕВНА [ORCID: 0000-0003-1502-8121]

к.м.н., врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики Российской детской клинической больницы ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова

ВАСИЛЬЕВ ИГОРЬ GERMANOVICH [ORCID: 0000-0003-4443-0179]

врач-нейрохирург отделения нейрохирургии Российской детской клинической больницы ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова

ЗАВАДЕНКО НИКОЛАЙ НИКОЛАЕВИЧ [ORCID: 0000-0003-0103-7422]

д.м.н., проф., зав. кафедрой неврологии, нейрохирургии и медицинской генетики имени академика Л.О. Бадаляна педиатрического факультета ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова

АЛИХАНОВ АЛИХАН АМУЛЛАХОВИЧ [ORCID: 0000-0001-8097-7919]

д.м.н., проф., зав. отделением лучевой диагностики Российской детской клинической больницы ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова

Корреспондирующий автор: ПОЛЯНСКАЯ МАЙЯ ВЛАДИМИРОВНА

e-mail: m.polyan@gmail.com, тел (раб) 8-495-936-9371

Москва, ул. Академика Челомея, 8-1-236; 117630

Конфликт интересов, информация о клинической базе и финансировании

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов и финансовой поддержки, о которых необходимо сообщить. Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Работа выполнена на базе нейрохирургического отделения и отделения лучевой диагностики Российской клинической детской больницы ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова за период с 2016 по 2020 гг.