

УДК 616.831/.832-002-022-053.2-079.4

<http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2026-17-1-19-30>

НЕЙРОИНФЕКЦИЯ СМЕШАННОЙ ЭТИОЛОГИИ: СОВРЕМЕННАЯ ДИАГНОСТИКА УРГЕНТНЫХ СОСТОЯНИЙ У ДЕТЕЙ: ОБЗОР

¹В. А. Ратников^{ORCID}, ^{2,4}Н. В. Марченко^{ORCID}, ^{1,2}К. Ю. Ермоленко^{ORCID}, ^{1,2}А. И. Конев^{ORCID}, ^{1,2}Е. Ю. Скрипченко^{ORCID},
²С. П. Нарзиева^{ORCID}, ²Д. Д. Лопарева^{ORCID}*, ¹И. Б. Петров^{ORCID}, ^{2,3}С. А. Тятьков^{ORCID}

¹Федеральный научно-клинический центр инфекционных болезней, Санкт-Петербург, Россия

²Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, Санкт-Петербург, Россия

³Национальный медицинский исследовательский центр онкологии имени Н. Н. Петрова, Санкт-Петербург, Россия

⁴Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

ВВЕДЕНИЕ: В последнее время растет число смешанных инфекционных поражений нервной системы (НС) среди детей. Данная патология характеризуется тяжелым течением и быстрым развитием неотложных состояний.

ЦЕЛЬ: Продемонстрировать универсальный диагностический алгоритм с использованием клиничко-лабораторных и нейровизуализационных методов исследования в условиях нахождения ребенка в отделении интенсивной терапии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ: Представлены собственные клинические случаи применения современных лабораторных и инструментальных диагностических методов, в особенности нейросонографии (НСГ), компьютерной томографии (КТ) и мультипараметрической магнитно-резонансной томографии (МРТ).

РЕЗУЛЬТАТЫ: Указанные методы позволили в короткий срок поставить верный диагноз, определить степень морфофункциональных нарушений со стороны НС, наличие осложнений, а также предположить исход заболевания.

ОБСУЖДЕНИЕ: Инфекции центральной нервной системы смешанной этиологии характеризуются полиморфизмом клинической картины и быстрым развитием urgentных состояний. Это требует ранней диагностики с использованием лабораторных и инструментальных методов исследования для назначения адекватной терапии и прогнозирования исхода заболевания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: Своевременная диагностика и раннее начало лечения микст-инфекции нервной системы и возможных осложнений способствуют улучшению исходов заболевания.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: дети, смешанные инфекции, нейроинфекции, магнитно-резонансная томография, компьютерная томография, отделение интенсивной терапии

* Для корреспонденции: Лопарева Дарья Дмитриевна, e-mail: loparevadasha@gmail.com

Для цитирования: Ратников В.А., Марченко Н.В., Ермоленко К.Ю., Конев А.И., Скрипченко Е.Ю., Нарзиева С.П., Лопарева Д.Д., Петров И.Б., Тятьков С.А. Нейроинфекция смешанной этиологии: современная диагностика urgentных состояний у детей: обзор // Лучевая диагностика и терапия. 2026. Т. 17, № 1. С. 19–30, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2026-17-1-19-30>.

NEUROINFECTION OF MIXED ETIOLOGY: MODERN DIAGNOSIS OF URGENT CONDITIONS IN CHILDREN: A REVIEW

¹Viacheslav A. Ratnikov^{ORCID}, ^{2,4}Natalia V. Marchenko^{ORCID}, ^{1,2}Kseniya Yu. Ermolenko^{ORCID}, ^{1,2}Aleksandr I. Konev^{ORCID},
^{1,2}Elena Yu. Skripchenko^{ORCID}, ²Sabina P. Narzieva^{ORCID}, ²Daria D. Lopareva^{ORCID}*, ¹Igor B. Petrov^{ORCID},
^{2,3}Stanislav A. Tyatkov^{ORCID}

¹Federal Scientific and Clinical Center for Infectious Diseases, St. Petersburg, Russia

²St. Petersburg State Pediatric Medical University, St. Petersburg, Russia

³National Medical Research Center of Oncology named after N. N. Petrov, St. Petersburg, Russia

⁴St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

INTRODUCTION: Recently, the number of mixed infectious lesions of the nervous system (NS) among children has been increasing. This pathology is characterized by a severe course and rapid development of urgent conditions.

OBJECTIVE: To demonstrate a universal diagnostic algorithm using clinical laboratory and neuroimaging research methods in the conditions of a child's stay in the intensive care unit.

MATERIALS AND METHODS: We present our own clinical cases of the use of modern laboratory and instrumental diagnostic methods, especially neurosonography (NSG), computed tomography (CT) and multiparametric magnetic resonance imaging (MRI).

RESULTS: These methods made it possible to make a correct diagnosis in a short time, determine the degree of morphofunctional disorders on the part of the NS, the presence of complications, and also to assume the outcome of the disease.

DISCUSSION: Central NS infections of mixed etiology are characterized by polymorphism of the clinical picture and rapid development of urgent conditions. This requires early diagnosis using laboratory and instrumental research methods to prescribe adequate therapy and predict the outcome of the disease.

CONCLUSION: Timely diagnosis and early start of treatment of NS mixed infection and possible complications helps to improve the outcomes of the disease.

KEYWORDS: children, mixed infectious, neuroinfections, magnetic resonance imaging, computed tomography, intensive care unit

* For correspondence: Daria D. Lopareva, e-mail: loparevadasha@gmail.com

For citation: Ratnikov V.A., Marchenko N.V., Ermolenko K.Yu., Konev A.I., Skripchenko E.Yu., Narzieva S.P., Lopareva D.D., Petrov I.B., Tyatkov S.A. Neuroinfection of mixed etiology: modern diagnosis of urgent conditions in children: a review // *Diagnostic radiology and radiotherapy*. 2026. Vol. 17, No. 1. P. 19–30, <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2026-17-1-19-30>.

Введение. Инфекционное поражение нервной системы у детей занимает небольшой процент от общего числа инфекционных заболеваний данной возрастной группы (до 5%) [1, 2]. Однако из-за тяжести течения и быстрого развития неотложных состояний сохраняет актуальность вопрос изучения диагностики и терапии нейроинфекций у детей. При поздней диагностике и отсутствии лечения риск летального исхода остается крайне высоким, а тяжелые инвалидизирующие последствия возникают даже при начале адекватной терапии. Вероятность неблагоприятного прогноза возрастает в случае смешанной инфекции. Микст-инфекции отличаются от моноинфекции атипичной клинической картиной, неэффективным иммунным ответом на ранних стадиях и быстрым развитием угрожающих жизни состояний, таких как отек головного мозга (ОГМ), синдром диссеминированного внутрисосудистого свертывания, судорожный статус, острая сердечно-сосудистая недостаточность, синдром системной воспалительной реакции (ССВР) и синдром полиорганной недостаточности.

Цель. В связи с быстрым развитием неотложных состояний у детей при смешанных нейроинфекциях и высоким риском летального исхода предложить оптимальные методы современной клинико-лабораторной и инструментальной диагностики.

Материалы и методы. В основу исследования лег клинический случай тяжелого сочетанного поражения НС у ребенка смешанного генеза. В процессе наблюдения ребенка использовалась комбинация современных лабораторных и инструментальных методов. Анализ отечественной и иностранной литературы проводился по ключевым словам по научным базам PubMed, КиберЛенинка и eLIBRARY.

Результаты. Этиологическая структура гнойных менингоэнцефалитов варьирует в разные возрастные периоды [2]. Однако чаще всего возбудителями заболевания среди бактерий являются представители стрептококков, стафилококков, нейссерий, клебси-

елл, а также гемофильная палочка. Среди вирусов доминируют *Varicella zoster*, вирус Эпштейна–Барр, цитомегаловирус (ЦМВ), вирус простого герпеса и герпеса 6-го типа, реже клещевой энцефалит и энтеровирусы. У современных нейроинфекций есть тенденция к формированию смешанной этиологии заболевания. Это приводит к полиморфизму клинических проявлений, усилению тяжести состояния, затяжному течению заболевания, увеличению риска неблагоприятного исхода, в том числе летального. Негладкое течение микст-инфекций также связано с полигистотропизмом и иммунодепрессивным действием возбудителей, действующих на разные звенья иммунитета [3, 4]. В связи с этим для определения тактики лечения и прогнозирования исхода необходимо глубокое лабораторное обследование, определение возбудителей и иммунного статуса с использованием современных методов нейровизуализации.

При нейроинфекциях возможно вовлечение в патологический процесс нескольких структур как центральной, так и периферической нервной системы. В основном затрагиваются оболочки (менингит) или сами ткани головного (энцефалит)/спинного мозга (миелит). Реже встречаются поражения желудочков — венитрит, полирадикулоневрит, эмпиема оболочек и тромбоз синусов головного мозга, внутримозговые абсцессы различной локализации, а также остеомиелит костей черепа. Данные сочетанные поражения чаще наблюдаются при микст-инфекциях. Возможными причинами могут быть уже указанные полигистотропизм возбудителей, полиморфизм клинической картины, способствующий позднему обращению за медицинской помощью и вовлечению в патологический процесс других анатомических структур.

Быстрому развитию неотложных состояний в острый период заболевания способствует воздействие самого инфекционного агента и процессы иммунного ответа организма. В результате происходят процессы повреждения самих нейронов и миелиновой

оболочки аксонов, а также гематоэнцефалического барьера и как следствие возникают гипоксическое повреждение вещества головного мозга и кровоизлияния. Состояниями, требующими интенсивной терапии, при нейроинфекциях разной этиологии по разным данным были ОГМ и субдуральный выпот, синдром внутричерепной гипертензии, септический шок, судорожный статус и инфаркт головного мозга. Особенно важна с прогностической точки зрения ранняя диагностика ОГМ, которая при поздней верификации с высокой долей вероятности приводит к неблагоприятному исходу, вплоть до летального исхода в связи с развитием дислокационного синдрома. Существующий алгоритм лечения данного синдрома сохраняет актуальность разработки новых таргетных направлений терапии, целью которых является воздействие на ключевые звенья патогенеза отека головного мозга с высокой селективностью для обеспечения максимальной безопасности и эффективности терапии у пациентов детского возраста [5]. Другим важным патологическим процессом, часто возникающим при нейроинфекциях, является ССВР. В основе его возникновения лежит явление «цитокинового шторма», или «бури» — чрезвычайно сильный иммунный ответ с избыточным выбросом цитокинов [2, 6].

Лабораторные методы. Наиболее важным исследованием для подтверждения инфекции НС является люмбальная пункция с анализом цереброспинальной жидкости, которая проводится исключительно после определения отсутствия противопоказаний, главным из которых является отек мозга с признаками дислокации, создающий риск транстенториального или тонзиллярного вклинения при манипуляции [7].

Важным лабораторным показателем, достоверно указывающим на высокий риск неблагоприятного исхода, является тромбоцитопения (менее $117 \times 10^9/\text{л}$). Основная причина ее развития — так называемый феномен «потребления тромбоцитов», обусловленный их активацией, хемотаксисом и изоляцией в микроциркуляторном русле [8]. Некоторые авторы также заявляли о прогностической ценности гипопроотеинемии, анемии и лейкопении [9].

Прогностическая оценка исхода при критических состояниях у детей, ассоциированных с системным воспалительным ответом и септическим шоком, основана на комплексном анализе динамических клинико-лабораторных параметров. Наибольшей прогностической ценностью обладают интегральные шкалы, такие как шкала комы Глазго (GCS), показатель оксигенации ($\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$), а также абсолютные значения лейкоцитов и тромбоцитов. При развитии синдрома полиорганной дисфункции (ПОН) максимальная стратификация риска достигается с использованием специализированных педиатрических шкал — pSOFA (Pediatric Sequential Organ Failure Assessment) и Phoenix Sepsis Score [10].

Инструментальные методы. В острый период заболевания, особенно при возникновении неотложных состояний, важно использование методов визуализационной диагностики. Основными задачами при визуализации структур головного и/или спинного мозга будут определение наличия и локализации патологических изменений и дифференциация инфекционного процесса с другими заболеваниями НС, в особенности с новообразованиями. Также современные инструментальные методы исследования могут помочь определить морфофункциональные характеристики структурных изменений, что может способствовать коррекции терапии для снижения риска осложнений и помочь в прогнозировании исхода заболевания в конкретном клиническом случае. Приоритетными в данном направлении являются методы ультразвукового исследования (УЗИ), КТ и МРТ. Каждый из них может стать основным методом выбора или же дополнительным в зависимости от состояния пациента и клинической ситуации. Однако предпочтение стоит отдавать МРТ, поскольку данный метод обладает большей тканевой контрастностью, а его современные возможности позволяют оценивать различные морфофункциональные параметры НС, что также актуально для динамического контроля в поздние периоды заболевания и в период реабилитации.

В условиях отделения реанимации и интенсивной терапии УЗИ является методом выбора для скрининговой диагностики ввиду своей неинвазивности, отсутствия ионизирующего излучения и необходимости в седации, что обеспечивает возможность проведения экспресс-оценки и динамического мониторинга у критических пациентов. При нейроинфекциях у детей проводят УЗИ зрительных нервов, дуплексное сканирование церебрального кровотока, спинальную ультрасонографию, но обязательным является проведение нейросонографии. НСГ является «золотым стандартом» для диагностики патологий головного мозга у детей до двух лет в силу небольшой толщины костей черепа (транскраниальная НСГ) и сохранения акустического доступа через роднички (чрезродничковая НСГ). Исследование служит методом экстренной визуализации для исключения отека головного мозга (ОГМ) как абсолютного противопоказания к люмбальной пункции, а во-вторых, позволяет провести дифференциальную диагностику с иными патологиями, имеющими сходную клиническую картину (объемные образования, структурные аномалии, внутричерепные кровоизлияния) [1]. Для быстрой скрининговой визуализации мозговых структур при невозможности проведения нейросонографии у детей старшего возраста основным альтернативным методом является компьютерная томография.

Среди методов нейровизуализации КТ занимает особое место, поскольку обеспечивает высокую скорость и точность детекции рентгенологических

маркеров интракраниальной гипертензии, включая сдавление цистерн, срединной линии и признаки объемного процесса в течение короткого времени [7]. КТ обнаруживает такие состояния, как ОГМ и дислокация его структур, очаговые патологические структуры оболочек и ткани НС, а также уточняет наличие осложнений основного заболевания (абсцессы, эмпиема, различные гематомы и кровоизлияния, тромбозы синусов и др.). В ходе КТ критически важна детальная оценка расширения субарахноидальных пространств и даже минимального снижения рентгенологической плотности серого вещества головного и/или спинного мозга. Однако отсутствие выраженных патологических изменений на КТ в ранней фазе заболевания при наличии типичной клинической картины не позволяет исключить диагноз нейроинфекции у пациента детского профиля [11]. С целью дообследования при прогрессирующем течении и наличии осложнений рекомендовано на ранних этапах при стабильном состоянии пациента и отсутствии у него абсолютных противопоказаний к проведению МРТ с внутривенным контрастированием.

Проведение МРТ у пациентов реанимационного профиля требует обязательного предварительного клинического осмотра педиатром и анестезиологом-реаниматологом для оценки рисков и подготовки к седации. В процессе сканирования необходим непрерывный мониторинг витальных функций (ЭКГ, ЧСС, ЧД, АД, SpO₂) с использованием исключительно МРТ-совместимого оборудования, обеспечиваемый анестезиологической бригадой.

Современная комплексная МРТ, называемая мультипараметрической (мпМРТ), позволяет оценивать структурные и функциональные нарушения, а также связанные с этим изменения [11]. Помимо стандартных импульсных последовательностей (ИП) (T1-взвешенные изображения (ВИ) до и после внутривенного искусственного контрастирования, T2-ВИ, Fluid-attenuation inversion recovery — FLAIR, Susceptibility weighted imaging — SWI), в настоящее время в диагностике патологий НС активно применяются диффузионно-тензорные (ДТИ, DTI, трактография) и диффузионно-взвешенные (ДВИ, DWI) изображения с построением карт измеряемого коэффициента диффузии (ИКД, ADC) и значениями b-фактора более 800 с/мм², магнитно-резонансную спектроскопию (МРС) и T2*-перфузию. Также для предупреждения возникновения двигательных артефактов рекомендуется использовать специальные ИП, подавляющие движения (таблица).

Диагностическое исследование с указанными ИП мпМРТ занимает не более 35 минут и позволяет оценить множество патологических изменений и процессов, необходимых для определения тактики ведения пациента и прогноза исхода заболевания.

Стандартные ИП (T1-ВИ, T2-ВИ и FLAIR) позволяют оценить наличие и локализацию патологиче-

ских участков и их морфологические характеристики. SWI позволяет также визуализировать мелкие кровоизлияния, продукты распада гемоглобина, сосудистые мальформации и участки отложения в тканях кальция. Дополнительные ИП позволяют углубить оценку состояния тканей НС.

Так, метод DWI, основанный на явлении диффузии молекул воды в клетках и межклеточном веществе, с построением карт ИКД позволяет выявить степень ишемии при гипоксическом процессе, определяя признаки цитотоксического или вазогенного ОГМ, а также ограничение свободной диффузии воды в патологических участках. Также DWI характеризуется всеобщей доступностью, относительной быстротой и простотой измерения в постпроцессинговой обработке, что позволяет использовать данную ИП повсеместно при разных патологиях НС.

Для оценки вовлечения в патологический процесс трактов применяется DTI, основанный на явлении движения молекул воды вдоль собственно нервных волокон. Во время данной ИП происходит измерение значений фракционной анизотропии (ФА) и построение проекций трактов нервных волокон. Данный показатель свидетельствует о целостности направленных пучковых волокон белого вещества. Помимо ФА, измеряются также показатели радиальной (РД) и аксиальной диффузивности (АД). РД показывает диффузию молекул воды перпендикулярно главной оси диффузии по нервным волокнам, а АД показывает диффузию соответственно вдоль главной оси. Изменение значения РД связывают с повреждением миелиновых оболочек и аксонов, на разобщенность нервных волокон и сниженную плотность аксонов вследствие увеличения межаксонального пространства косвенно указывает изменение АД [12]. Усредненное значение двух этих параметров называется средней диффузивностью (СД).

Таблица
Некоторые специализированные импульсные последовательности для преодоления двигательных артефактов

Table
Some specialized sequence to overcome movement artifacts

Фирма-производитель	Специализированная импульсная последовательность
Phillips	MultiVane
Toshiba	Jet
Siemens	BLADE
GE	PROPELLER

МРС — это уникальная методика, оценивающая степень нарушения клеточного метаболизма энергетических процессов в поврежденных участках, основываясь на перемещении протонов водорода. Также можно оценить целостность клеточных мембран и сравнить пики нейрометаболитов в очагах с интактной тканью мозга. При использовании ука-

занной ИП создается график пиков различных метаболитов, указывающих на определенные патологические процессы, происходящие на клеточном уровне. Изменения пиков некоторых метаболитов являются характерными для определенных инфекционных поражений головного и спинного мозга.

Оценить кровоснабжение в патологических очагах и интактной ткани мозга, а также перифокально, то есть оценить целостность гематоэнцефалического барьера дополнительно помогает методика магнитно-резонансной перфузии. Данный метод оценивает показатели объема мозгового кровотока (CBV — cerebral blood flow), времени до пика контрастирования (TTP — timetopeak) и среднего времени прохождения контрастного вещества (MTT — mean transit time).

В качестве примера универсального диагностического алгоритма демонстрируем клинический случай острого менингоэнцефалита бактериально-вирусной этиологии. Больной в возрасте 3 мес 14 дней поступает в крайне тяжелом состоянии в реанимационное отделение. Начало заболевания характеризовалось острым дебютом с фебрильной лихорадкой до 40°С, эпизодом генерализованных тонико-клонических судорог и быстрым развитием прогрессирующей дыхательной недостаточности. При проведении лабораторного обследования выявлены следующие отклонения: анемия средней степени тяжести (уровень гемоглобина 81 г/л), лейкоцитоз (15×10^9 /л) с нейтрофилезом (65%), гиперферментемия (повышение уровня КФК-МВ и ЛДГ), гипоальбуминемия (28 г/л), гипернатриемия (150 ммоль/л), а также значительное повышение маркеров системного воспаления — С-реактивного белка до 401 мг/л и прокальцитонина до 64,5 нг/мл. Развитие острой гипоксемической дыхательной недостаточности (тахипноэ 57 в минуту, SpO₂ 85%) потребовало перевода пациента на ИВЛ. При нейросонографии визуализируются расширенные боковые желудочки, двусторонние гиперэхогенные очаги в базальных ядрах и левой лобно-теменной области, а также признаки утолщения мозговых оболочек и эпандимы желудочков, смещения срединных структур нет, ликворные пути проходимы. На основании данных НСГ, исключающих масс-эффект, принято решение о проведении люмбальной пункции.

Получен ксантохромный, слабоопалесцирующий ликвор с выраженными воспалительными изменениями: резкое повышение уровня белка (26,0 г/л — гиперпротеинорахия) и нейтрофильный плеоцитоз (920 кл/мкл с преобладанием нейтрофилов 83%). Данная картина соответствует гнойному менингиту. Методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) в крови, ликворе, моче и слюне обнаружены *Streptococcus pneumoniae* и ЦМВ.

Выполнена мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) головного мозга с болюсным введением контрастного вещества: перивентрикулярно передним и задним рогам боковых желудочков, вдоль

височных рогов, в области базальных ядер с обеих сторон прослеживаются разнокалиберные участки снижения плотности до 20 единиц Хаунсфилда (HU) относительно неизмененных участков 35 HU. Боковые желудочки незначительно асимметричны, минимально расширены. Субарахноидальное ликворное пространство вокруг больших полушарий головного мозга минимально расширено (рис. 1).

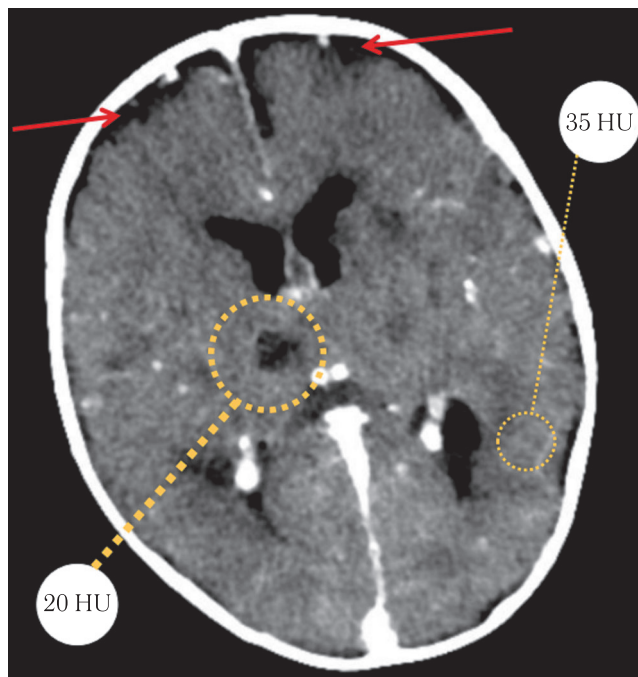


Рис. 1. Мультиспиральная компьютерная томография головного мозга. Расширенные субарахноидальные ликворные пространства (стрелки). Признаки участка снижения плотности в области базальных ядер (пунктир) по сравнению с интактной тканью мозга

Fig. 1. Multispiral computed tomography of the brain. Expanded subarachnoid cerebrospinal fluid spaces (arrows). Signs of a decrease in density in the area of the basal nuclei (dotted line) compared to intact brain tissue

Выполнена мпМРТ с применением методики контрастного усиления. Определяются множественные разнокалиберные очаги минимально повышенного сигнала на T2-ВИ, T1-ВИ и FLAIR (рис. 2). Располагаются субкортикально и перивентрикулярно в белом веществе и подкорковых ядрах, ножках мозга и стволе мозга, как отдельно расположенные, так и сливного характера. Наиболее отчетливо дифференцируется очаг в правом таламусе до 10 мм в диаметре, соответствует участку снижения плотности до 20 HU по данным предшествующего МСКТ. Все очаги с ограничением свободной диффузии на карте ИКД и DWI, без микрокровоизлияний. Боковые желудочки обычной конфигурации, симметричные, отмечается двусторонняя дилатация, шириной на уровне тела до 12 мм. МР-признаки вентрикулита, с распространением воспалительных изменений в перивентрикулярное белое вещество (рис. 3).

При выполнении МР-трактографии фракционная анизотропия (FA) в зоне максимальных повреждений

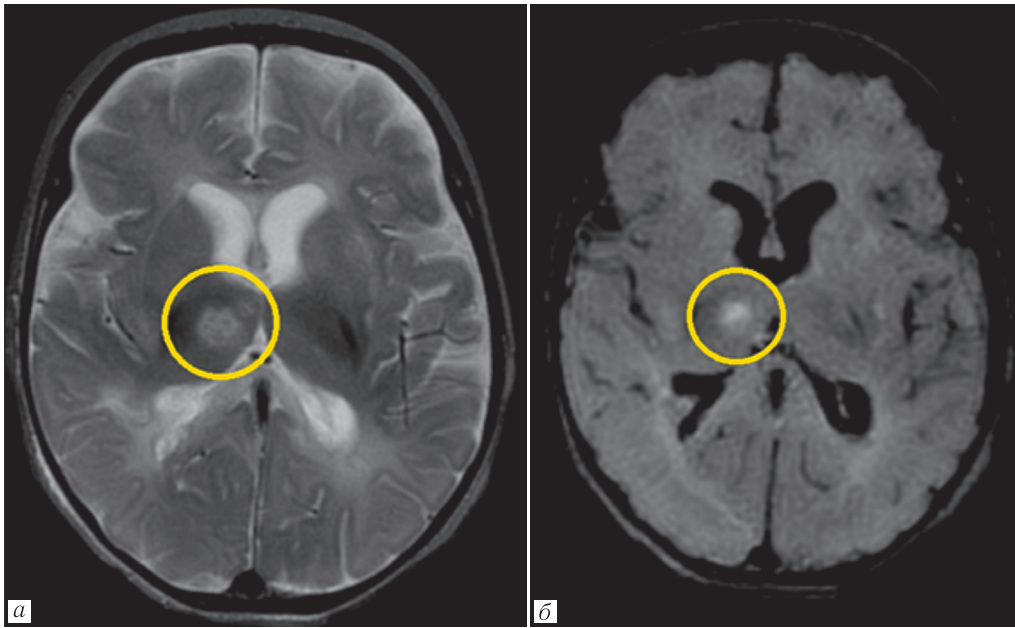


Рис. 2. Магнитно-резонансная томография головного мозга. Т2-ВИ (а) и режим FLAIR (б). Очаг в правом таламусе (сплошная линия)

Fig. 2. Magnetic resonance imaging of the brain. T2-WI (a) and FLAIR (b). Focus in the right thalamus (solid line)

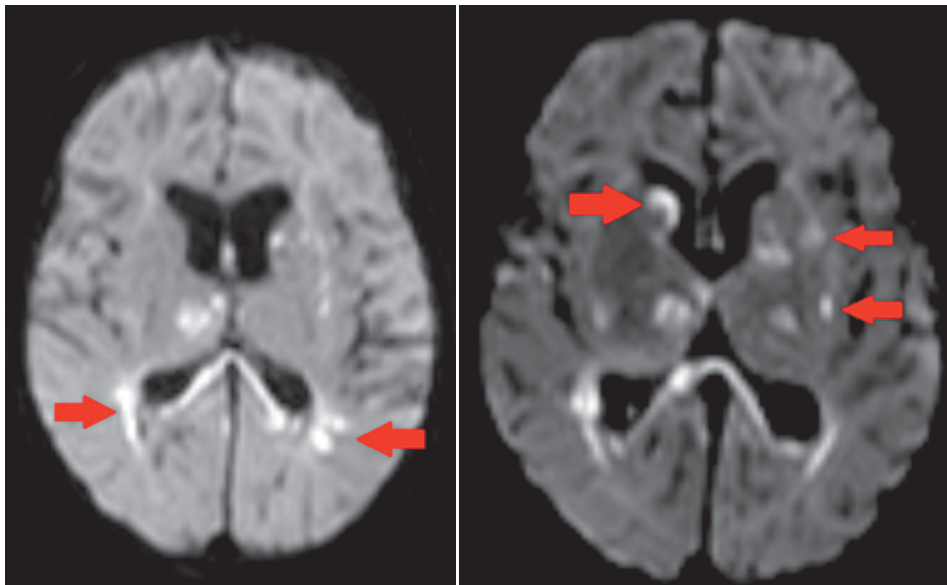


Рис. 3. Диффузионно-взвешенное изображение головного мозга. Определяются множественные разнокалиберные очаги с ограничением свободной диффузии, без микрокровоизлияний. Признаки венкулита с распространением воспалительных изменений в перивентрикулярное белое вещество (стрелки)

Fig. 3. Diffusion-weighted image of the brain. Multiple different-caliber foci with limited free diffusion, without microbleeds, are determined. Signs of ventriculitis, with the spread of inflammatory changes in the periventricular white matter (arrows)

0,06 против фракционной анизотропии в 0,17 в контралатеральном отделе мозга, что соответствует формированию деструкции проводящих путей на данном уровне (рис. 4).

При выполнении одновоссельной МРС на уровне патологических изменений (рис. 5) в правом таламусе отмечается тканевая гипоксия с появлением пика лактата (отрицательного), поскольку молочная кислота является продуктом анаэробного гликолиза [1]. Имеются признаки разрушения мембран митохондрий с повышением пика холина (Cho), так как холин

входит в состав многих молекулярно-клеточных структур (мембран, миелина, холинергических окончаний нейронов) [1]. Также имеются признаки деструкции нейронов, о чем свидетельствует снижение пика N-ацетиласпартата (NAA), синтезируемого митохондриями нейронов (рис. 6). По данным множества исследований NAA является достоверным показателем жизнеспособности нервных клеток [1].

При проведении контрастной магнитно-резонансной перфузии в зоне грануляционного вала перфузия снижена в сравнении с неизмененными зонами,

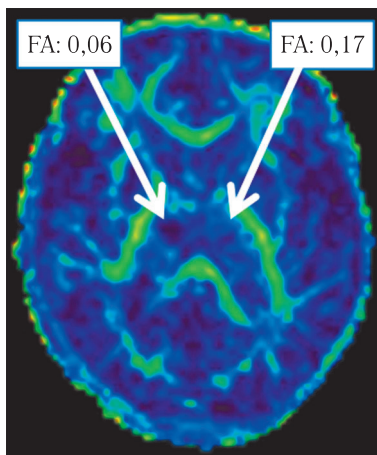


Рис. 4. Диффузионно-тензорное изображение головного мозга со сниженными показателями фракционной анизотропии

Fig. 4. Diffusion tensor image of the brain with reduced indicators of fractional anisotropy

что косвенно свидетельствует о нарушении целостности гематоэнцефалического барьера (рис. 7).

По данным трехмерной (3D) T1-ВИ накопления контрастного препарата в указанном очаге кольцевого типа, что может соответствовать абсцедированию. В остальных очагах накопление контраста достоверно не определяется. Имеется также пахименингеальное накопление контраста (рис. 8).

На основании клиничко-лабораторных данных и данных нейровизуализации выставлен основной диагноз: Генерализованная вирусно-бактериальная инфекция (ПЦР крови от 18.12.2024: *Streptococcus pneumoniae* положительно; ПЦР крови, слюны, мочи от 19.12.2024: ДНК цитомегаловируса положительно) с преимущественным поражением нижних дыхательных путей (внебольничная двусторонняя полисегментарная пневмония), центральной нервной системы (бактериальный гнойный менингоэнцефалит). Осложнение основного заболевания: сепсис пневмо-

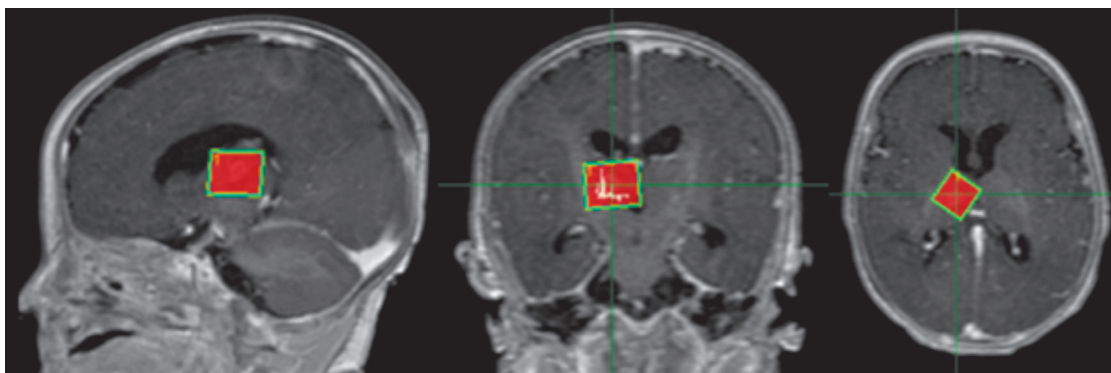


Рис. 5. Постановка одноканальной магнитно-резонансной спектроскопии на очаг в правом таламусе соответственно сагиттальному, корональному и аксиальному срезу

Fig. 5. Single-channel magnetic resonance spectroscopy was performed on a focus in the right thalamus, respectively, with a sagittal, coronal, and axial section

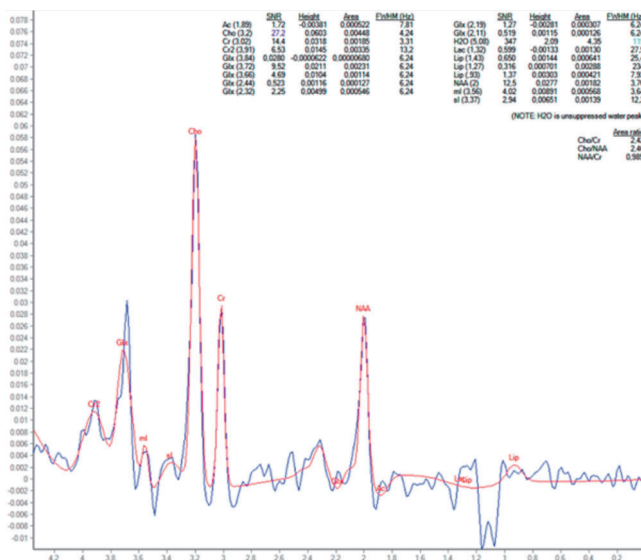


Рис. 6. Изображение пиков различных нейрометаболитов. Патологические изменения концентрации лактата, холина и N-ацетиласпартата

Fig. 6. Image of peaks of various neurometabolites. Pathological changes in lactate, choline, and N-acetylaspartate concentrations

кокковой этиологии. Синдром полиорганной недостаточности (мозговая кома 1–2 ст., синдром внутречерепной гипертензии, дыхательная недостаточность III степени). Острые симптоматические судороги. Сопутствующее заболевание: энцефалопатия смешанного генеза (гипоксического, инфекционного, метаболического), иммунодефицитное состояние неуточненное. Несмотря на комплексную терапию, включавшую этиотропное (антибактериальные, противовирусные препараты), патогенетическое (инфузионная, противоотечная, нейрометаболическая терапия) и симптоматическое (противосудорожные, аналгоседация, респираторная поддержка в режиме нормовентиляции) лечение, отмечалось прогрессирование системного воспалительного ответа и полиорганной дисфункции с вовлечением всех систем организма. На десятые сутки пребывания в ОРИТ наступил летальный исход. Исходя из результатов комплексного посмертного патологоанатомического исследования, причиной смерти явился бактериальный гнойный менингоэнцефалит, вызванный *Streptococcus pneumoniae* и ЦМВ-инфекцией, осложненный развитием гнойного вентрикулита

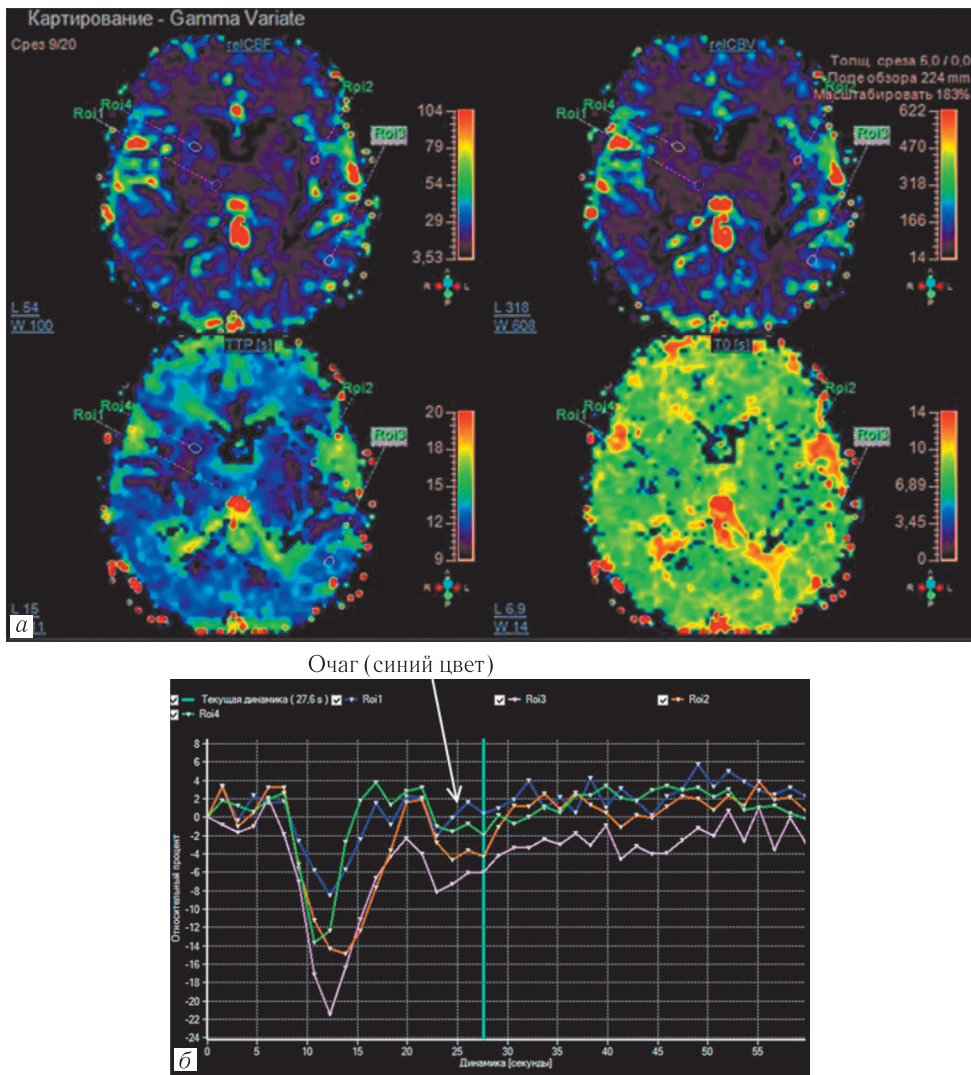


Рис. 7. Контрастная магнитно-резонансная перфузия. Снижение перфузии в очаге в правом таламусе по сравнению с другими неизменными участками головного мозга

Fig. 7. Contrast magnetic resonance perfusion. Decreased perfusion in the focus in the right thalamus compared to other unchanged areas of the brain

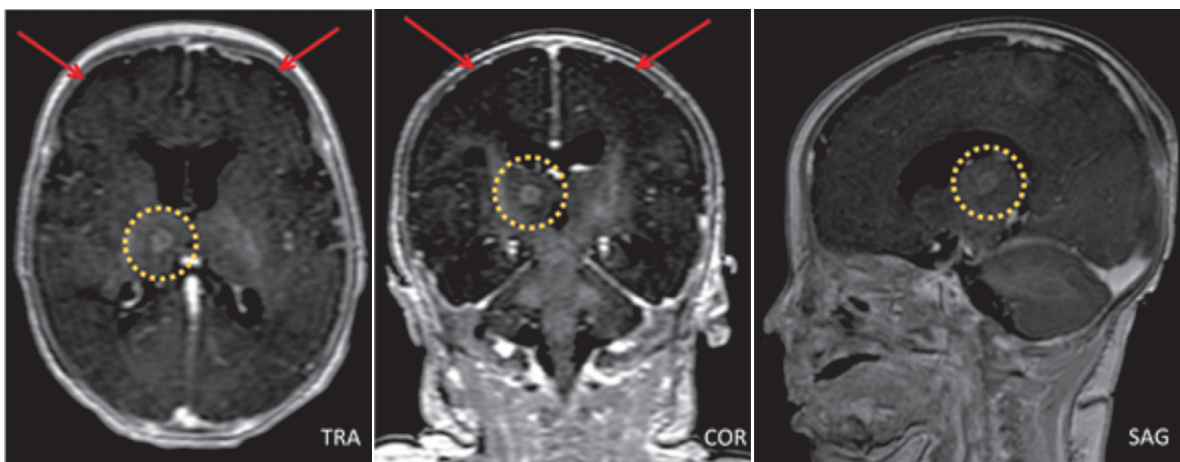


Рис. 8. 3D T1-ВИ после внутривенного контрастирования. Очаг кольцевого (пунктир) и пахименингеального накопления контрастного препарата (стрелки)

Fig. 8. 3D T1-WI after intravenous contrast. The focus of annular (dotted line) and pachymeningeal accumulation of contrast agent (arrows)

и формированием фокусов абсцедирования в веществе полушарий головного мозга с генерализацией

инфекции в виде септицемии с преимущественным поражением сердца и печени.

Несмотря на быстрое развитие симптомов основного заболевания с характерной клинической картиной, не стоит забывать о проведении дифференциальной диагностики с другими не менее частыми патологиями у детей. Здесь также помогает мпМРТ. Мы представляем для дифференциации два случая с объемным образованием и острым нарушением мозгового кровообращения (ОНМК), которые имели симптомы, схожие с инфекционным поражением НС. В первом случае (рис. 9) у девочки 15 лет на фоне полного благополучия появилась очаговая симптоматика с гемипарезом и афазией, за месяц до этого наблюдала эритемные пятна на коже

ные изменения в белом перивентрикулярном веществе теменных долей, а также признаки единичного очага в субкортикальном веществе правой лобной доли резидуального характера. Проведена комплексная терапия против менингита, на фоне которой наблюдалось улучшение состояния. Через месяц на контрольной МРТ (рис. 10, б) в медиальных отделах полюса правой височной доли определяется мягкотканное образование неправильной формы с достаточно четкими и неровными контурами, интенсивно накапливающее контрастный препарат. Образование интимно прилежит к отводящему и глазному нервам. По данным гистологии — лимфома.

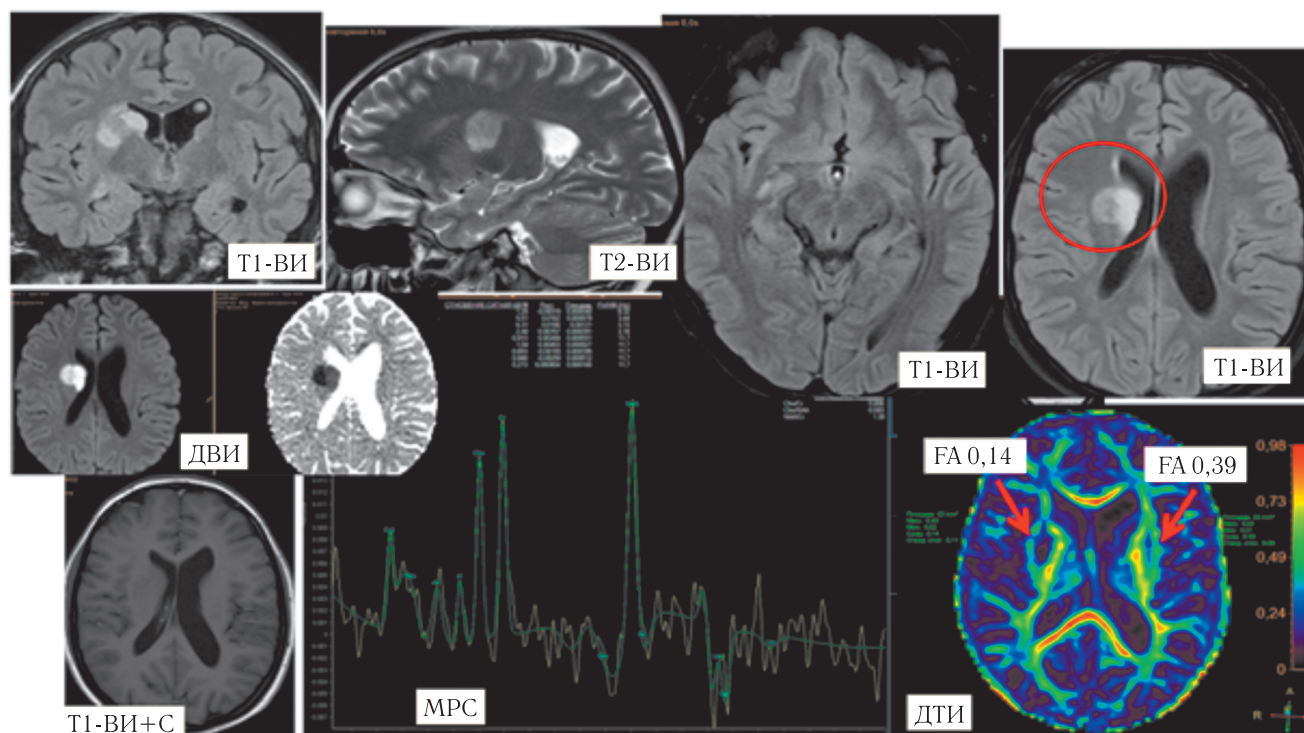


Рис. 9. Девочка, 15 лет. Мультипараметрическая магнитно-резонансная томография. Васкулит
Fig. 9. The patient 15 years old. Multiparametric magnetic resonance imaging. Vasculitis

с повышением температуры до фебрильных значений. По данным мпМРТ наблюдаются облаковидные очаги в скорлупе, паравентрикулярно справа и в правой височной доле. Определяется выраженный гиперинтенсивный очаг на ДВИ со значением b -фактора 1000 и с очень низким значением ИКД (0,3). На постконтрастном T1-изображении признаков накопления контрастного вещества нет. По данным MPC — снижен NAA, немного повышен холин, также есть отрицательные пики лактата и липидов. По данным МР-трактографии FA снижена до 0,14 против 0,39. Выставлено подозрение на васкулит на фоне вирусной инфекции.

Во втором случае (рис. 10, а) был госпитализирован ребенок с жалобами на сильную непроходящую головную боль, однократный эпизод рвоты и выраженную астению. По данным первичной МРТ обнаружены минимально выраженные изменения на уровне задней ножки правой внутренней капсулы, структур-

Обсуждение. Смешанный нейроинфекционный процесс у детей является серьезной патологией, требующей проведения незамедлительных диагностических мероприятий для предупреждения возникновения и купирования неотложных состояний, начала адекватной полноценной комплексной терапии основного заболевания и связанных с ним осложнений на основе полученных углубленных сведений о патофизиологических и структурных изменениях в центральной НС. Процесс постановки диагноза и прогноза исходов заболевания должен строиться на результатах комплексной оценки данных клинической картины, лабораторных и инструментальных методов исследования, в особенности данных нейровизуализации. В данном клиническом случае комплексный анализ клинической картины в совокупности с данными расширенного лабораторного скрининга и мультипараметрической магнитно-резонансной томографии позволил реконструировать

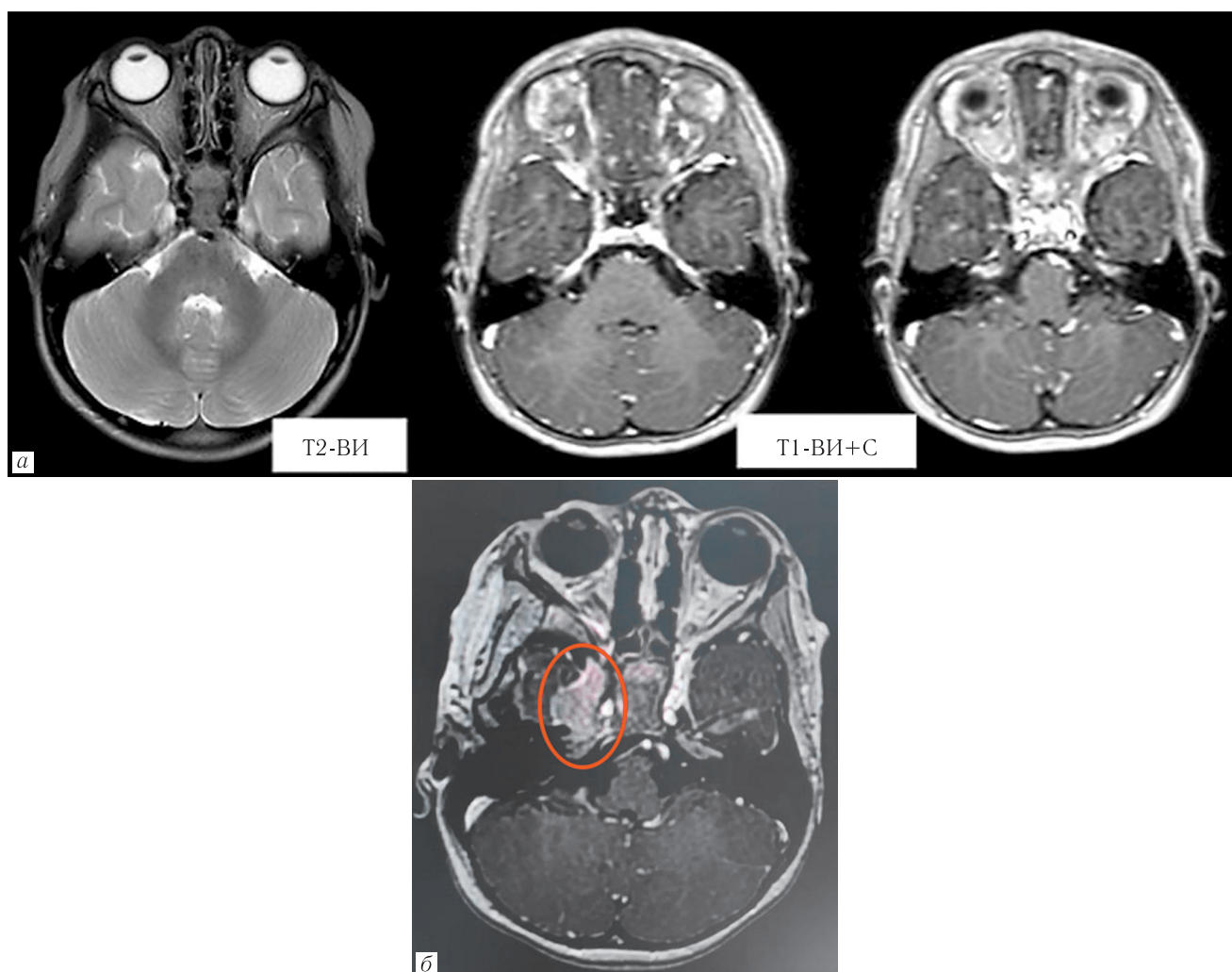


Рис. 10. Ребенок, 3 года. Данные первичной магнитно-резонансной томографии головного мозга (а) и через месяц, T1-ВИ с контрастным препаратом (б)

Fig. 10. Child, 3 years old. Data from primary magnetic resonance imaging of the brain (a) and one month later, T1-WI with contrast agent (б)

полную патогенетическую картину заболевания. Эта интегративная оценка выявила ключевые звенья патологического каскада, обусловившего развитие критического состояния, и послужила основой для назначения целенаправленной таргетной терапии с приоритетным подбором этиотропных средств.

Заключение. Своевременное и комплексное обследование, включающее лабораторные и инстру-

ментальные методы, наряду с ранним началом синдромальной терапии смешанной нейроинфекции и ее осложнений, является ключевым фактором, определяющим клинический исход. Данное обстоятельство подтверждает сохраняющуюся актуальность совершенствования диагностических алгоритмов и лечебных протоколов при неотложных состояниях в детской неврологии и реаниматологии.

Сведения об авторах:

Ратников Вячеслав Альбертович — доктор медицинских наук, профессор, генеральный директор федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный научно-клинический центр инфекционных болезней» Федерального медико-биологического агентства; 197022, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 9; e-mail: dr.ratnikov@mail.ru; ORCID 0000-0002-9645-8408;

Марченко Наталья Викторовна — доктор медицинских наук, доцент кафедры лучевой диагностики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» 199034, г. Санкт-Петербург, Университетская набережная, д. 7/9; профессор кафедры лучевой диагностики и биомедицинской визуализации федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет»; 194100, г. Санкт-Петербург, ул. Литовская, 2; e-mail: gmv@mail.ru; ORCID 0000-0002-2684-9980;

Ермоленко Ксения Юрьевна — кандидат медицинских наук, ассистент кафедры анестезиологии, реаниматологии и неотложной педиатрии факультета послевузовского и дополнительного профессионального образования федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 194100, Санкт-

- Петербург, Литовская ул., д. 2; заместитель главного врача по анестезиологии, реанимации и диагностическим службам, врач анестезиолог-реаниматолог, врач-трансфузиолог федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный научно-клинический центр инфекционных болезней» Федерального медико-биологического агентства; 197022, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 9; e-mail: icdoc170@gmail.com; ORCID 0000–0003–1628–1698;
- Конеv Александр Иванович* — ассистент кафедры анестезиологии, реаниматологии и неотложной педиатрии факультета послевузовского и дополнительного профессионального образования федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 194100, Санкт-Петербург, Литовская ул., д. 2; заведующий отделением реанимации и интенсивной терапии федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный научно-клинический центр инфекционных болезней» Федерального медико-биологического агентства; 197022, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 9; e-mail: icdrkonev@yandex.ru; ORCID 0000–0002–0427–7344;
- Скрипченко Елена Юрьевна* — доктор медицинских наук, доцент кафедры неонатологии с курсами неврологии и акушерства-гинекологии факультета послевузовского и дополнительного профессионального образования федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 194100, Санкт-Петербург, Литовская ул., д. 2; e-mail: wwave@yandex.ru; ORCID 0000–0002–8789–4750;
- Нарзиева Сабина Парвизовна* — врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики с кабинетами компьютерной томографии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 194100, Санкт-Петербург, Литовская ул., д. 2; e-mail: narzieva.sabina@yandex.ru; ORCID 0009–0004–6163–6827;
- Лопарева Дарья Дмитриева* — студент федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 194100, Санкт-Петербург, Литовская ул., д. 2; e-mail: loparevadasa@gmail.com; ORCID 0009–0007–2089–7002;
- Петров Игорь Борисович* — врач-невролог детского нейрореабилитационного отделения, очный аспирант научно-исследовательского отдела нейронных инфекций и органической патологии нервной системы федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный научно-клинический центр инфекционных болезней» Федерального медико-биологического агентства; 197022, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 9; e-mail: ibp.pro@mail.ru; ORCID 0000–0002–2600–9287;
- Тягков Станислав Александрович* — врач-рентгенолог федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии имени Н. Н. Петрова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197758, Санкт-Петербург, пос. Песочный, Ленинградская ул., д. 68; ассистент кафедры лучевой диагностики и медицинской биовизуализации факультета послевузовского и дополнительного профессионального образования федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 194100, Санкт-Петербург, Литовская ул., д. 2; e-mail: s.t._spb@mail.ru; ORCID 0000–0002–1877–8852.

Information about authors:

- Viacheslav A. Ratnikov* — Dr. of Sci. (Med.), Professor, General Director, Federal Scientific and Clinical Center for Infectious Diseases, FMBA; e-mail: dr.ratnikov@mail.ru; ORCID 0000–0002–9645–8408;
- Natalia V. Marchenko* — Dr. of Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Radiation Diagnostics of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «St. Petersburg State University» 199034, St. Petersburg, Universitetskaya Embankment, 7/9; Professor of the Department of Radiation Diagnostics and Biomedical Imaging of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «St. Petersburg State Pediatric Medical University»; 194100, St. Petersburg, Litovskaya str., 2; e-mail: gmv@mail.ru; ORCID 0000–0002–2684–9980;
- Kseniya Yu. Ermolenko* — Cand. of Sci. (Med.), Professor of the Department of Anesthesiology, Intensive Care and Emergency Pediatrics of the Faculty of Postgraduate and Additional Professional Education, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «St. Petersburg State Pediatric Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation; Deputy Chief Physician for Anesthesiology, Intensive Care and Diagnostic Services, Intensive Care Anesthesiologist, Transfusiologist, Federal Scientific and Clinical Center for Infectious Diseases, FMBA; e-mail: ksyu_astashenok@mail.ru; ORCID 0000–0003–1628–1698;
- Aleksandr I. Konev* — Assistant of the Department of Anesthesiology, Intensive Care and Emergency Pediatrics of the Faculty of Postgraduate and Additional Professional Education, St. Petersburg State Pediatric Medical University; Head of the Intensive Care Unit, Federal Scientific and Clinical Center for Infectious Diseases, FMBA; e-mail: icdrkonev@yandex.ru; ORCID 0000–0002–0427–7344;
- Elena Yu. Skripchenko* — Dr. of Sci. (Med.), Docent of the Department of Neonatology with courses in Neurology and Obstetrics and Gynecology, Faculty of Postgraduate and Additional Professional Education, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «St. Petersburg State Pediatric Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation; e-mail: wwave@yandex.ru; ORCID 0000–0002–8789–4750;
- Sabina P. Narzieva* — Radiologist at the Department of radiation diagnostics with computed tomography rooms, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «St. Petersburg State Pediatric Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation; e-mail: narzieva.sabina@yandex.ru; ORCID 0009–0004–6163–6827;
- Daria D. Lopareva* — Student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «St. Petersburg State Pediatric Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation; e-mail: loparevadasa@gmail.com; ORCID 0009–0007–2089–7002;
- Igor B. Petrov* — Neurologist at the Pediatric Neurorehabilitation Department, full-time postgraduate student at the Research Department of Neuroinfections and Organic Pathology of the Nervous System, Federal Scientific and Clinical Center for Infectious Diseases, FMBA; e-mail: ibp.pro@mail.ru; ORCID 0000–0002–2600–9287;
- Stanislav A. Tyatkov* — Radiologist, Federal State Budgetary Institution «National Medical Research Center for Oncology named after N. N. Petrov» of the Ministry of Health of the Russian Federation, Assistant of the Department of Radiation Diagnostics and Medical Imaging, Faculty of Postgraduate and Additional Professional Education, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «St. Petersburg State Pediatric Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation; e-mail: s.t._spb@mail.ru; ORCID 0000–0002 1877–8852.

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства, согласно международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределен следующим образом: концепции и дизайн — *В. А. Ратников, Н. В. Марченко, К. Ю. Ермоленко*; сбор, анализ и интерпретация данных — *Е. Ю. Скрипченко, С. П. Нарзиева, И. Б. Петров, С. А. Тягков*; подготовка рукописи — *Д. Д. Лопарева*.

Authors' contributions. All authors confirm their authorship according to the international ICMJE criteria (all authors made substantial contributions to the conception, research, and preparation of the article, and read and approved the final version before publication). Special contribution: concept and design development — VAR, NVM, KYUE; data collection, analysis and interpretation — EYuS, SPN, IBP, SAT; preparation of the manuscript — DDL.

Потенциальный конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Disclosure: the authors declares that they have no competing interests.

Соответствие принципам этики: получено информированное согласие пациента.

Adherence to ethical standards: informed consent is obtained of the patient.

Поступила/Received: 05.02.2026

Принята к печати/Accepted: 25.02.2026

Опубликована/Published: 29.03.2026

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Марченко Н.В., Войтенков В.Б., Горелик Е.Ю. и др. Магнитно-резонансная томография в диагностике энтеровирусных энцефалитов у детей // *Российский электронный журнал лучевой диагностики*. 2021. Т. 11, № 3. С. 35–48. [Marchenko N.V., Voitenkov V.B., Gorelik E.Yu. et al. Magnetic resonance imaging in the diagnosis of enteroviral encephalitis in children. *Russian Electronic Journal of Radiology*, 2021, Vol. 11, No. 3, pp. 35–48 (In Russ.)]. doi: 10.21569/2222-7415-2021-11-3-35-48.
2. Скрипченко Н.В., Иванова М.В., Вильниц А.А., Скрипченко Е.Ю. Нейроинфекции у детей: тенденции и перспективы // *Российский вестник перинатологии и педиатрии*. 2016. Т. 61, № 4. С. 9–22. [Skrichenko N.V., Ivanova M.V., Vilnits A.A., Skrichenko E.Yu. Neuroinfections in children: Tendencies and prospects. *Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics*, 2016, Vol. 61, No. 4, pp. 9–22 (In Russ.)]. doi: 10.21508/1027-4065-2016-61-4-9-22.
3. Симованьян Э.Н., Денисенко В.Б., Бовтало Л.Ф., Трофименко Е.С., Кравцова А.В. Гнойный менингоэнцефалит смешанной этиологии у ребенка двух лет: трудности диагностики и лечения // *Детские инфекции*. 2015. Т. 14, № 4. С. 57–59. [Simovanyan E.N., Denisenko V.B., Bovtalo L.F., Trofimenko E.S., Kravtsova A.V. Purulent Meningoencephalitis Mixed Etiology in a Child Two Years Old: Problems of Diagnosis and Treatment. *Children infections*, 2015, Vol. 14, No. 4, pp. 57–59 (In Russ.)]. doi: 10.22627/2072-8107-2015-14-4-57-59.
4. Скрипченко Н.В., Мазаева Е.М., Бехтерева М.К., Иванова М.В. Особенности течения менингоэнцефалита у ребенка со смешанной бактериальной инфекцией (клинический случай) // *Журнал инфектологии*. 2013. Т. 5, № 1. С. 103–107. [Skrichenko N.V., Mazaeva E.M., Bekhtereva M.K., Ivanova M.V. Features of a current meningoencephalitis at child with the mixed bacterial infection (clinical cases). *Journal Infectology*, 2013, Vol. 5, No. 1, pp. 103–107 (In Russ.)]. doi: 10.22625/2072-6732-2013-5-1-103-107.
5. Скрипченко Н.В., Вильниц А.А., Горелик Е.Ю. и др. Вирусный менингоэнцефалит, осложненный отеком головного мозга и комой: эффективность комплексной терапии с применением L-лизина эсцината // *Вестник анестезиологии и реаниматологии*. 2019. Т. 16, № 4. С. 77–82. [Skrichenko N.V., Vilnits A.A., Gorelik E.Yu. et al. Viral meningoencephalitis complicated with cerebral edema and coma: efficacy of complex therapy with l-lysinesuccinate. *Messenger of anesthesiology and resuscitation*, 2019, Vol. 16, No. 4, pp. 77–82 (In Russ.)]. doi: 10.21292/2078-5658-2019-16-4-77-82.
6. Скрипченко Е.Ю., Егорова Е.С., Скрипченко Н.В. и др. Острый диссеминированный менингоэнцефалит на фоне хронической стрептококковой инфекции // *Вопросы практической педиатрии*. 2023. Т. 18, № 1. С. 161–169. [Skrichenko E.Yu., Egorova E.S., Skrichenko N.V. et al. Acute disseminated meningoencephalitis associated with chronic streptococcal infection. *Clinical Practice in Pediatrics*, 2023, Vol. 18, No. 1, pp. 161–169 (In Russ.)]. doi: 10.20953/1817-7646-2023-1-161-169.
7. Марченко Н.В., Войтенков В.Б., Скрипченко Н.В. и др. Нейровизуализация при бактериальных менингитах у детей // *Клиническая практика*. 2021. Т. 12, № 1. С. 72–81. [Marchenko N.V., Voitenkov V.B., Scripchenko N.V. et al. Bacterial Meningitis Imaging in Children. *Journal of Clinical Practice*, 2021, Vol. 12, No.1, pp. 72–81 (In Russ.)]. doi: 10.17816/clinpract64008.
8. Ермоленко К.Ю., Пшениснов К.В., Александрович Ю.С. Прогнозирование исходов тяжелых инфекций центральной нервной системы у детей // *Анестезиология и реаниматология*. 2023. № 4. С. 27–34. [Ermolenko K.Yu., Pshenisnov K.V., Aleksandrovich Yu.S. Prediction of the outcomes of severe central nervous system infections in children. *Russian Journal of Anesthesiology and Reanimatology*, 2023, No. 4, pp. 27–34 (In Russ.)]. doi: 10.17116/anaesthesiology202304127.
9. Ali A.M., Kunugi H. Hypoproteinemia predicts disease severity and mortality in COVID-19: a call for action // *Diagnostic Pathology*. 2021. Vol. 16, No. 1, pp. 1–3. <https://doi.org/10.1186/s13000-021-01092-5>.
10. Конев А.И., Ермоленко К.Ю., Пшениснов К.В. и др. Маркеры неблагоприятного исхода сепсиса при инфекционных заболеваниях у детей // *Вестник анестезиологии и реаниматологии*. 2025. Т. 22, № 5. С. 70–77. [Konev A.I., Ermolenko K.Yu., Pshenisnov K.V. et al. Markers of adverse sepsis outcome in pediatric infections. *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation*, 2025, Vol. 22, No. 5, pp. 70–77 (In Russ.)]. doi: [org/10.24884/2078-5658-2025-22-5-70-77](https://doi.org/10.24884/2078-5658-2025-22-5-70-77).
11. Марченко Н.В., Войтенков В.Б., Горелик Е.Ю. и др. Мультипараметрическая магнитно-резонансная томография в диагностике энцефалита, вызванного герпесвирусами, у детей // *Лучевая диагностика и терапия*. 2021. Т. 12, № 4. С. 23–32. [Marchenko N.V., Voitenkov V.B., Gorelik E.Yu. et al. Multiparameter magnetic resonance imaging in the diagnosis of herpes encephalitis in children. *Diagnostic radiology and radiotherapy*, 2021, Vol. 12, No. 4, pp. 23–32 (In Russ.)]. doi: 10.22328/2079-5343-2021-12-4-23-32.
12. Шевченко Е.Ю., Марченко Н.В., Нарзиева С.П. и др. Диффузионно-тензорная МРТ в диагностике острых вирусных энцефалитов у детей // *Визуализация в медицине*. 2024. Т. 6, № 2. С. 4–9. [Shevchenko E.Yu., Marchenko N.V., Narzieva S.P. et al. Diffusion tensor MRI in the diagnostic of acute viral encephalitis in children. *Visualization in medicine*, 2024. Vol. 6, No. 2, pp. 4–9 (In Russ.)]. doi: 10.56871/ViM.2024.41.30.001.