

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2025

УДК 616.8-005

Ахадов Т.А., Ублинский М.В., Каньшина Д.С., Божко О.В., Яковлев А.Н., Хусаинова Д.Н.

## Магнитно-резонансная томография в диагностике геморрагических инсультов у детей

ГБУЗ «Научно-исследовательский институт неотложной детской хирургии и травматологии — Клиника доктора Рошала» Департамента здравоохранения г. Москвы, 119180, Москва, Россия

### Резюме

**Введение.** Нейровизуализация является обязательной частью диагностического процесса и наблюдения за больными с геморрагическим инсультом (ГИ). Она необходима для распознавания и локализации очага кровоизлияния и определения его этиологии. Достижения в области нейровизуализации позволили улучшить диагностику и лечение инсульта у детей. Использование магнитно-резонансной томографии (МРТ) обеспечивает оптимальные условия для определения функционального состояния и метаболизма головного мозга. **Цель работы** — определить потенциальный вклад различных методов МРТ в идентификацию и характеристику ГИ у детей.

**Материалы и методы.** Проанализированы данные 105 детей с клиническими проявлениями ГИ, которым была выполнена МРТ головного мозга. МРТ выполнена на томографе «Philips Achieva dStream 3T» с использованием следующих импульсных последовательностей: аксиальные T2-ВИ SE, T2 FLAIR, диффузионно-взвешенные изображения, SWI, 3D T1-ВИ и МР-ангиография.

**Результаты.** ГИ происходили преимущественно в каротидном бассейне у 93 (88,6%) больных, у 30 (28,6%) пациентов — со смешанным бассейном кровоснабжения, в вертебробазилярном бассейне ГИ локализовались у 14 (14,6%) больных. Часто ГИ возникали в бассейне кровоснабжения проксимальных и дистальных отделов средней мозговой артерии. При этом, кроме внутримозговых гематом, у 54 (51,7%) больных были выявлены субарахноидальные кровоизлияния и у 20 (19,1%) пациентов — внутрижелудочковые кровоизлияния. У 26 (24,7%) больных было выявлено несколько геморрагических очагов. У 7 (6,7%) детей были обнаружены гематомы паранеобластического генеза — кровоизлияния в опухоль.

**Заключение.** МРТ с использованием стандартизованных протоколов является оптимальным методом диагностики ГИ у детей. Внедрение сокращённых алгоритмов для тяжёлых больных и повсеместная доступность современных методик нейровизуализации могут сократить время до постановки диагноза и улучшить исходы ГИ. При этом коморбидные формы патологии, включая судороги, опухоли, инфекции и другие неврологические состояния, могут быть дифференцированы с помощью нейровизуализации.

**Ключевые слова:** дети; магнитно-резонансная томография; нарушения мозгового кровообращения; геморрагические инсульты

**Для цитирования:** Ахадов Т.А., Ублинский М.В., Каньшина Д.С., Божко О.В., Яковлев А.Н., Хусаинова Д.Н. Магнитно-резонансная томография в диагностике геморрагических инсультов у детей. *Российский педиатрический журнал*. 2025; 28(5): 329-336. <https://doi.org/10.46563/1560-9561-2025-28-5-329-336> <https://elibrary.ru/cxkrgl>

**Для корреспонденции:** Ублинский Максим Вадимович, вед. науч. сотр., отдел лучевых методов диагностики ГБУЗ «НИИ неотложной детской хирургии и травматологии — Клиника доктора Рошала» ДЗМ, [maxublinsk@mail.ru](mailto:maxublinsk@mail.ru)

**Участие авторов:** Ахадов Т.А., Божко О.В., Каньшина Д.С. — концепция и дизайн исследования; Божко О.В. — проведение исследования; Ублинский М.В., Божко О.В., Яковлев А.Н. — сбор и обработка материала; Ублинский М.В., Хусаинова Д.Н. — статистическая обработка; Ахадов Т.А. — написание текста; Ахадов Т.А., Божко О.В., Ублинский М.В. — редактирование. Все соавторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

**Финансирование.** Исследование не имело финансовой поддержки.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 12.09.2025  
Принята к печати 02.10.2025  
Опубликована 30.10.2025

*Tolibdzhon A. Akhadov, Maxim V. Ublinskiy, Darya S. Kanishina, Olga V. Bozhko, Aleksey N. Yakovlev, Darya N. Khusainova*

## Magnetic resonance imaging in the diagnosis of hemorrhagic strokes in children

Clinical and Research Institute of Emergency Pediatric Surgery and Trauma — Dr Roshal's Clinic, Moscow, 119180, Russian Federation

### Summary

**Introduction.** Neuroimaging is an essential part of the diagnostic process and monitoring of patients with hemorrhagic stroke (HS). Its role is to recognize and localize the hemorrhage site and to determine its etiology. Advances in neuroimaging have increased the capabilities and improved the diagnosis and treatment of stroke in children. In this regard, magnetic resonance imaging (MRI) has made significant progress in recent years, achieving significant advances in the assessment of brain physiology, function, and metabolism, which have not previously been routinely assessed in the clinical setting. **Purpose.** To determine the potential contribution of different MRI techniques to the identification and characterization of hemorrhagic stroke in children.

**Materials and methods.** Data from one hundred five children with clinical manifestations of stroke who underwent MRI in the radiology department were analyzed. MRI was performed on a Philips Achieva dStream 3 T scanner using the following pulse sequences: axial T2-WI SE, T2 FLAIR, diffusion-weighted images (DWI), SWI, 3D T1 WI, and MR angiography.

**Results.** HS most often occurred in the carotid basin in 93 (88.6%) patients, including 30 (28.6%) with a mixed blood supply basin, while only 14 (14.6%) patients localized them in the vertebrobasilar basin. Most often, HS occurs in the blood supply basin of the proximal and distal parts of the middle cerebral artery (MCA). In addition to intracerebral hematomas, subarachnoid hemorrhages (SAH) and intraventricular hemorrhages (IVH) were detected in 54 (51.7%) cases. Several hemorrhagic foci were detected in 26 (24.7%) patients. Hematomas were detected in 7 (6.7%) children — HS of paraneoplastic genesis — hemorrhages into the tumor. **Conclusion.** MRI using standardized protocols is currently the optimal standard for the diagnosis of hemorrhagic stroke in children. The introduction of shortened algorithms for severe patients and the widespread expansion of the availability of modern neuroimaging techniques can reduce the time to diagnosis and improve outcomes. HS mimics, including seizures, tumor, infection and other acute neurological conditions should be differentiated using neuroimaging.

**Keywords:** children; magnetic resonance imaging; cerebrovascular accidents; hemorrhagic strokes

**For citation:** Akhadov T.A., Ublinskiy M.V., Kanshina D.S., Bozhko O.V., Yakovlev A.N., Khusainova D.N. Magnetic resonance imaging in the diagnosis of hemorrhagic strokes in children. *Rossiyskiy Pediatricheskiy Zhurnal (Russian Pediatric Journal)*. 2025; 28(5): 329–336. (in Russian) <https://doi.org/10.46563/1560-9561-2025-28-5-329-336> <https://elibrary.ru/cxkrgl>

**For correspondence:** Maxim V. Ublinskiy, leading researcher, Clinical and Research Institute of Emergency Pediatric Surgery and Trauma — Dr Roshal's Clinic, [maxublinsk@mail.ru](mailto:maxublinsk@mail.ru)

**Contribution:** Akhadov T.A., Bozhko O.V., Kanshina D.S. — study concept and design; Bozhko O.V. — study implementation; Ublinskiy M.V., Bozhko O.V., Yakovlev A.N. — data collection and processing; Ublinskiy M.V., Khusainova D.N. — statistical processing; Akhadov T.A. — writing the text; Akhadov T.A., Bozhko O.V., Ublinskiy M.V. — editing the text. All co-authors — approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

**Information about the authors:**

Akhadov T.A., <https://orcid.org/0000-0002-3235-8854>  
Ublinskiy M.V., <https://orcid.org/0000-0002-4627-9874>  
Kanshina D.S., <https://orcid.org/0000-0002-5142-9400>  
Bozhko O.V., <https://orcid.org/0000-0002-4709-9461>  
Yakovlev A.N., <https://orcid.org/0000-0002-9450-7827>  
Khusainova D.N., <https://orcid.org/0000-0002-1698-0547>

**Acknowledgment.** The study had no sponsorship.

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

Received: September 12, 2025  
Accepted: October 02, 2025  
Published: October 30, 2025

## Введение

Нейровизуализация является обязательным методом диагностики и наблюдения за больными с геморрагическим инсультом (ГИ). Её роль заключается в распознавании и локализации очага кровоизлияния и определении его этиологии. Популяционные оценки ежегодной заболеваемости детским инсультом колеблются от 2 до 13 на 100 тыс. детей, а ГИ регистрируются с частотой 2,9 на 100 тыс. детей в год [1–3].

Причины ГИ весьма разнообразны: врождённые пороки сердца, инфекционно-аллергические васкулиты, сосудистые мальформации, токсические поражения сосудов головного мозга, болезни с симптоматической артериальной гипертензией, гематологические расстройства, генетические нарушения, вазомоторные дистонии, мигрень и др. Смертность от ГИ у детей составляет 7–36% [4–6]. Среди причин ГИ у детей преобладают сосудистые мальформации (21%), далее следуют аневризмы (15%), лейкоз (15%), другие формы патологии (33%) и неустановленная причина инсульта (18%) [7, 8]. У детей разнообразная этиология, множественные клинические варианты проявлений ГИ приводят к задержке их диагностики, что увеличивает число осложнений и процент смертности [4, 5, 9, 10]. При первоначальной госпитализации ребёнка в стационар диагноз «инсульт» был заподозрен только у 26–38% детей, а у 1/3 при установленном диагнозе не удалось выяснить его причину [2, 11–13]. Достижения в области нейровизуализации повысили возможности и улучшили диагностику и лечение ГИ у детей. Применение магнитно-резонансной томографии (МРТ) головного мозга с контрастным усилением и без него позволяют исключить сосудистые поражения, опухоли и пороки развития, лучше выделить

анатомию сосудов зоны поражения. Оценка церебральной гемодинамики осуществляется с помощью МР перфузии и 4D-MRA [14–19]. Церебральная ангиография является золотым стандартом, т. к. окончательный диагноз и характеристика сосудистой аномалии устанавливаются с её помощью или при помощи цифровой субтракционной ангиографии с максимальной чувствительностью и детализацией всех типов сосудистой патологии [20, 21]. Кроме того, из диагностической процедуры она может перейти в лечебную. Однако цифровая субтракционная ангиография не является доступным методом ввиду инвазивного вмешательства и сопряжения с высокими дозами ионизирующего излучения, что нежелательно для детей [22].

Все перечисленные методы визуализации можно использовать в комбинации для составления более чёткой картины причин ГИ у детей. Однако в большинстве ситуаций богатого арсенала методов МРТ вполне достаточно для ответа на большинство диагностических вопросов.

**Цель работы** — определить потенциальный вклад различных методов МРТ в идентификацию и характеристику ГИ у детей.

## Материалы и методы

Данное ретроспективное исследование проведено на основании анализа историй болезни и данных МРТ с января 2008 г. по декабрь 2020 г. Проанализированы данные 105 детей с клиническими проявлениями ГИ, которым в отделении лучевой диагностики была выполнена МРТ. У всех больных был собран подробный анамнез, зафиксировано время появления неврологических симптомов, их продолжительность и течение, наличие

подобных симптомов в прошлом, неврологические и другие заболевания в анамнезе, принимаемые ранее лекарства, имеющиеся лабораторные данные и хронические заболевания (сахарный диабет и др.). МРТ была проведена всем детям после получения добровольного информированного письменного согласия родителей или ответственных лиц. Дизайн работы одобрен независимым этическим комитетом.

Критериями включения были неврологические симптомы, указывающие на нарушения мозгового кровообращения или состояния, имитирующие его, нарушения сознания. Критерии исключения: черепно-мозговая травма, ранее выявленные неопластические поражения, оперативное вмешательство на головном мозге и общие противопоказания к МРТ.

В 2017 г. Консорциум по нейровизуализации Международного педиатрического исследования инсульта рекомендовал в качестве стандарта для адекватной нейровизуализации в алгоритме МРТ следующие импульсные последовательности (ИП): аксиальные T2-взвешенные изображения (ВИ) с использованием спин-эхо (SE), T2 ВИ с инверсией сигнала от жидкости (FLAIR), диффузионно-взвешенные изображения (ДВИ), изображения, взвешенные по магнитной восприимчивости (SWI), трёхмерные (3D) T1-ВИ и МР-ангиография (предпочтительно с контрастным усилением, чем время-пролётная ангиография) [16]. Кроме того, существуют две вариации протокола МРТ при инсультах, которые следует применять в зависимости от тяжести соматического состояния детей: сокращённый/быстрый и стандартный [16, 23, 24]. При необходимости, в зависимости от сложности дифференциальной диагностики инсульта с его имитаторами, также используют другие ИП [25].

Из 105 детей с нарушениями мозгового кровообращения по геморрагическому типу было 58 (55,2%) мальчиков и 47 (44,8%) девочек. Средний возраст больных составил  $9,6 \pm 5,3$  года (диапазон возраста от 2 мес до 15 лет). МТР проводилась на томографе «Phillips Achieva dsTream 3T» по протоколу, который соответствовал рекомендациям и включал: получение мультипланарных T1- и T2-ВИ, 2D- и 3D-изотропных изображений, FLAIR, SWI, ДВИ/ДТИ, протонную магнитно-резонансную спектроскопию ( $^1\text{H-MPC}$ ), магнитно-резонансную ангиографию (МРА) в различных вариантах и/или перфузионную МРТ. Контрастное усиление было применено у 101 (96,2%) больного.

Дети поступали в сроки от 1 ч до 4 сут от начала заболевания, около 60% из них из непрофильных клиник. При этом МРТ после первичного проявления клинических признаков ГИ до 24 ч было проведено у 56 детей, до 48 ч — у 16, до 72 ч — у 17, позднее 72 ч — у 16 больных.

Статистический анализ полученных данных проводили с использованием программного приложения «LibreOffice».

## Результаты

Чаще всего ГИ были вызваны артериовенозными мальформациями (АВМ) и каверномами, которые практически всегда были множественными. Артериальные аневризмы и венозные аномалии встречались реже. Только у 1 больного нам не удалось установить причину кровоизлияния.

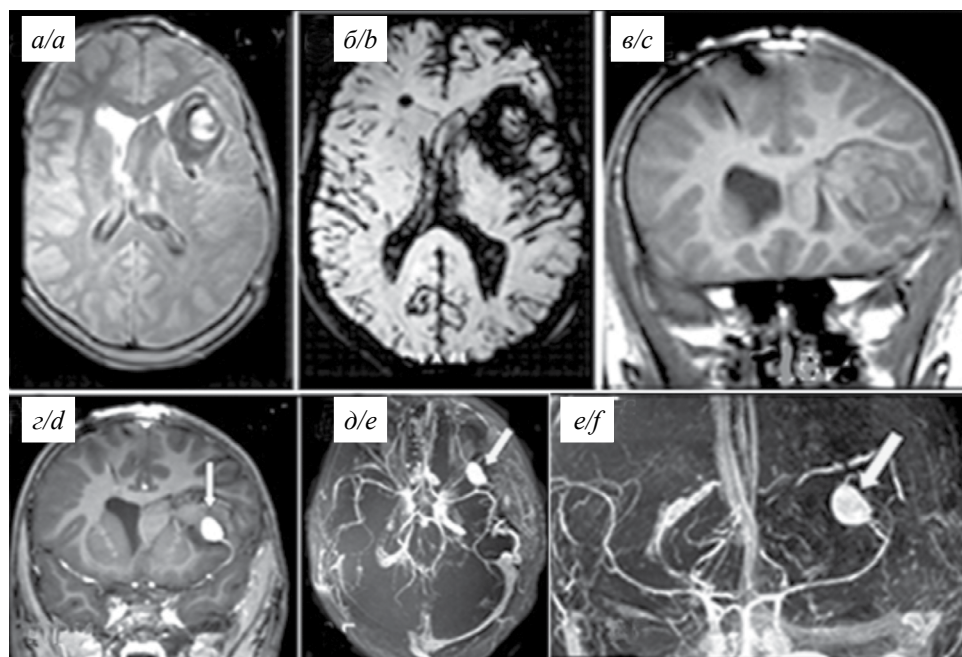
ГИ чаще всего происходили в каротидном бассейне у 93 (88,6%) больных, у 30 (28,6%) пациентов со смешанным бассейном кровоснабжения: передняя (ПМА) и средняя (СМА) мозговые артерии; СМА и вертебробазилярный бассейн), в вертебробазилярном бассейне они локализовались у 14 (14,6%) больных. Наиболее часто ГИ возникали в бассейне кровоснабжения проксимальных и дистальных отделов СМА. При этом, кроме внутримозговых гематом, в 51,7% наблюдений выявлены субарахноидальные кровоизлияния и в 19,1% — внутрижелудочковые кровоизлияния. Аневризмы внутренней сонной артерии располагались ниже уровня её бифуркации. Аневризмы передней соединительной артерии, которая отнесена нами к бассейну ПМА, по частоте выявляемости преобладали над аневризмами самой ПМА в соотношении 2 : 1. Аневризмы СМА в 50% случаев локализовались на уровне M2 (первое ответвление СМА; **рис. 1**). Аневризмы вертебробазилярного бассейна у наших пациентов не выявлены. Размер аневризм колебался от 2 мм до 6 см, а объём внутримозговых гематом — от 8,0 до 240 мл.

В большинстве случаев АВМ и аневризм решающее значение для оценки характеристики поражения имела МРА. Чаще (15 из 33 наблюдений) АВМ были в бассейне СМА (**рис. 2**), реже — СМА и задняя мозговая артерия (7) (**рис. 3**), СМА и ПМА (3) и всех 3 бассейнов (2). По данным динамической контрастной МРА проводилась оценка (при возможности) артериального притока и затруднения оттока с глубоким венозным дренажом. При первичном обследовании структура АВМ чаще не определялась, была скрыта свежими сгустками в 29 (88,5%) из 33 наблюдений, что потребовало повторной визуализации после рассасывания сгустка и осторожности в оценке, в том числе обструкции, дренирующей вены.

Каверномы (кавернозные мальформации) в данном исследовании были такой же частой причиной ГИ, как и АВМ. МРТ-признаками каверном были: на T1-ВИ — округлое образование, полость («шар из попкорна») с неоднородной интенсивностью сигнала (гипо- и гиперинтенсивный) и гиперинтенсивным ободком, а при острых кровоизлияниях сигнал (12–72 ч) — гипointенсивный. На T2-ВИ сигнал в остром периоде гипointенсивный, позднее — сигнал смешанной интенсивности от «гнезда» образования с гипointенсивным ободком из гемосидерина. На SWI сигнал сильно гипointенсивный; при контрастном усилении изменения сигнала минимальные или отсутствуют, но могут выявляться сочетанные венозные аномалии. Каверномы локализовались во всех отделах головного мозга. Размер каверном был от 0,1 до 4 см.

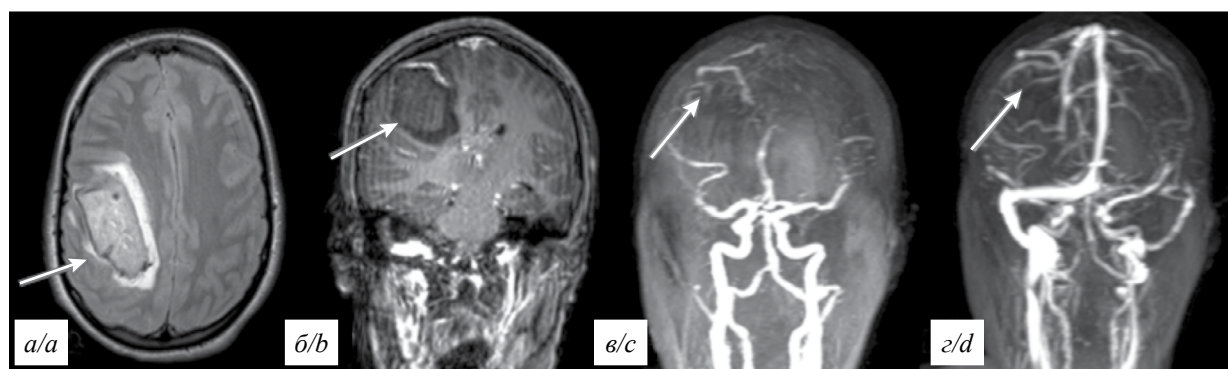
У 26 больных выявлено несколько геморрагических очагов. Так, у 1 пациента с помощью SWI обнаружено 42 геморрагических очага (**рис. 4**). При этом общее число геморрагических очагов, выявленных у этого ребёнка с помощью обычной МРТ, составило 19. У 5 больных 3 каверномы были видны только на ИП SWI. В итоге частота выявления SWI при всех ГИ, а не только каверномах, была значительно выше, чем при традиционной методике МРТ.

Внутримозговые геморрагии при венозных аномалиях развития встречались реже. При МРТ венозные



**Рис. 1.** Мальчик, 12 лет, 2-е сутки. Внутримозговая гематома левых лобной и островковой долей с прорывом в тело левого бокового желудочка и тампонадой желудочковой системы как следствие разрыва мешотчатой аневризмы (стрелка) левой СМА на отрезке М2. Аксиальные: T2-ВИ (а), SWI (б). Корональные: доконтрастное T1-ВИ (в), постконтрастное T1-ВИ (з), МР-ангиограммы: аксиальная (д), корональная (е) проекции.

**Fig. 1.** A 12-year boy. Second day. Intracerebral hematoma of left frontal and insular lobes with a rupture into body of left lateral ventricle and tamponade of ventricular system as a consequence of a rupture of saccular aneurysm (arrow) of left middle cerebral artery on M2 segment. Axial: T2WI (a), SWI (b). Coronal: pre-contrast T1WI (c), post-contrast T1WI (d). MR angiograms: axial (e), coronal (f) projections.



**Рис. 2.** Девочка, 15 лет, 6 ч после начала неврологических проявлений.

а — аксиальное FLAIR; б — корональное T1-ВИ; в — динамическая МРА, корональная проекция, артериальная фаза; з — венозная фаза. Внутримозговая гематома (а, б — стрелка) правых теменной и лобной долей в острой стадии вследствие разрыва АВМ. Отмечается прямой сброс артериальной крови в венозное русло в системе артерий, исходящих от правой СМА (в, з — стрелка).

**Fig. 2.** Girl, 15 years. 6 hours after the onset of neurological manifestations.

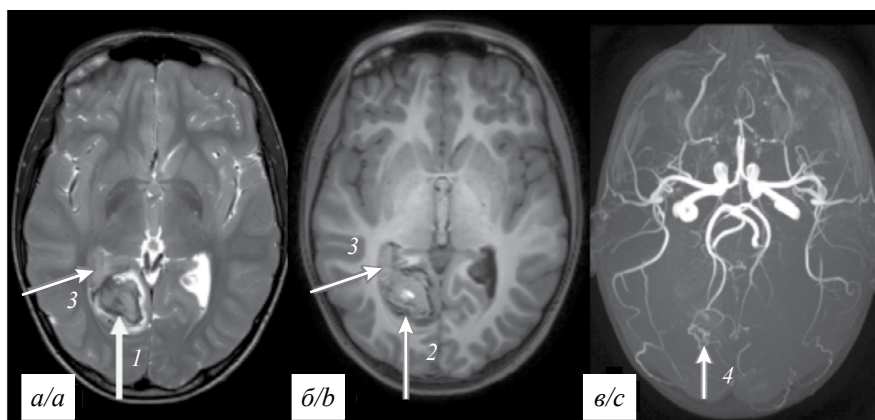
а — axial FLAIR; б — coronal T1WI; в — dynamic MRA, coronal projection, arterial phase; д — venous phase. Intracerebral hematoma (a, b — arrow) of the right parietal and frontal lobes in the most acute stage due to rupture of arteriovenous malformation. There is noted direct shunting of arterial blood into the venous bed in the system of arteries originating from the right middle cerebral artery (c, d — arrow).

аномалии визуализировались как фокальные зоны без масс-эффекта с гиперинтенсивным сигналом на T2-ВИ, и в данном исследовании на постконтрастных T1-ВИ проявлялись усиленной аномальной дренирующей веной или мелкой венозной сетью (рис. 5). На T2\*-ВИ и/или SWI аномальные вены имели гипоинтенсивный сигнал, который указывал на наличие дезоксигемоглобина с связи с низким кровотоком в этой области [26]. Венозные аномалии развития встречаются достаточно часто [27], и в большинстве случаев это является слу-

чайной находкой. Ряд авторов утверждают, что ГИ при венозных ангиомах редки и чаще связаны с сопутствующей кавернозой [28, 29].

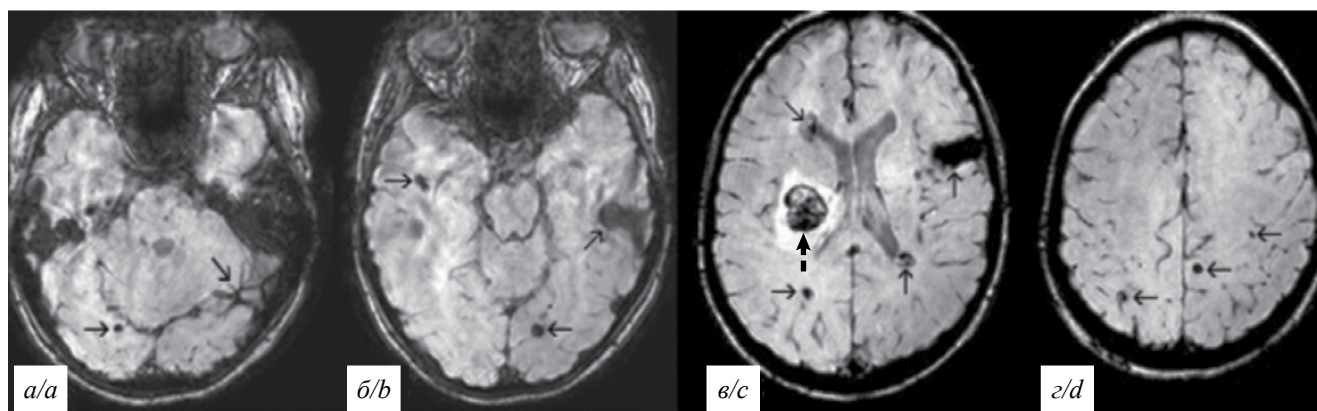
МРА во всех вариантах, кроме аномалий синусов и крупных глубоких вен, по сравнению с SWI практически не давала дополнительной информации.

У 7 (6,7%) детей обнаружены гематомы — ГИ паранеопластического генеза — кровоизлияния в опухоль. Опухоли имели теменно-височную и субтенториальную топоику (рис. 6).



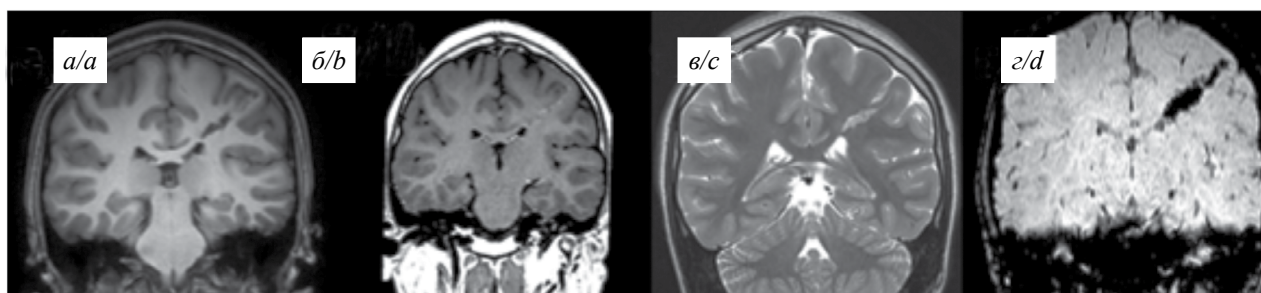
**Рис. 3.** Мальчик, 14 лет, 12 ч после приступа головной боли со рвотой, головные боли в течение недели. Внутримозговая гематома острой стадии (стрелка 1) с компонентом поздней подострой стадии (стрелка 2) в правой теменной доле с прорывом в желудочковую систему (стрелка 3). Разрыв АВМ, питающейся из многочисленных расширенных субсегментарных ветвей правой задней мозговой артерии. Наличие функционирующей АВМ (синяя стрелка), дренирующей в сагиттальный синус. Аксиальные: T2-ВИ (а), T1-ВИ (б), МРА (в).

**Fig. 3.** Boy, 14 years. 12 hours after an attack of headache with vomiting. Headaches for a week. Acute intracerebral hematoma (arrow 1) with a late subacute component (arrow 2) in the right parietal lobe, with a rupture into the ventricular system (arrow 3). Ruptured arteriovenous malformation feeding from multiple dilated subsegmental branches of the right posterior cerebral artery. Presence of a functioning AVM (blue arrow) draining into the sagittal sinus. Axial: T2-WI (a), T1-WI (b), MRA (c).



**Рис. 4.** Мальчик, 14 лет. Множественные кавернозные ангиомы больших полушарий головного мозга (стрелки): с острым кровоизлиянием и перифокальным отёком — в подкорковых структурах правого полушария (двойная стрелка). а–г — аксиальные SWI.

**Fig. 4.** Boy, 14 years. Multiple cavernous angiomas of the cerebral hemispheres (arrows): with acute hemorrhage and perifocal edema — in the subcortical structures of the right hemisphere (double arrow). a–d — axial SWI.



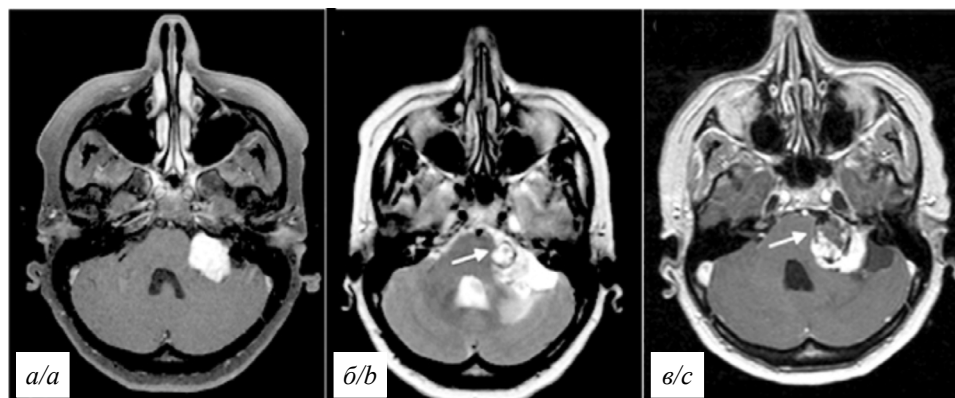
**Рис. 5.** Девочка, 15 лет. Венозная ангиома в сочетании с каверномой с признаками ранее перенесённых кровоизлияний. Корональные изображения: а — T1-ВИ; б — T1-ВИ постконтрастное; в — T2-ВИ; г — SWI.

**Fig. 5.** Girl, 15 years. Venous angioma combined with cavernoma with signs of previous hemorrhages. Coronal images: a — T1WI; b — T1WI post-contrast; c — T2WI; d — SWI.

### Обсуждение

ГИ у детей является редким, но угрожающим жизни состоянием, требующим своевременной и точной диагностики. С учётом тяжёлых последствий, сложности

распознавания, наличия многочисленных имитаторов заболевания в детском возрасте ранняя диагностика ГИ является одной из актуальных задач. В отличие от взрослых, у которых основными факторами риска являются артериальная гипертензия и амилоидная ангиопатия, ГИ



**Рис. 6.** Мальчик, 16 лет. Левосторонняя шваннома VIII черепно-мозгового нерва.

МРТ головного мозга. Аксиальная проекция: T1-ВИ (а): гиперинтенсивное образование в левом мосто-мозжечковом углу; T2-ВИ (б): на фоне гиперинтенсивного сигнала опухоли внутри имеется округлая структура (стрелка) с окружающими отложениями гемосидерина; постконтрастное T1-ВИ (в) визуализирует кровоизлияние (гипоинтенсивная зона) внутри опухоли (стрелка) — накопление контрастного препарата в опухоли и отсутствие его в гематоме.

**Fig. 6.** Boy, 16 years. Left-sided schwannoma of the VIII cranial nerve.

MRI of the brain. Axial projection: T1WI (a): hyperintense formation in the left cerebellopontine angle; T2WI (b): against the background of the hyperintense signal of the tumor, there is a rounded structure inside (arrow) with surrounding hemosiderin deposits; post-contrast T1WI (c) visualizes hemorrhage (hypointense zone) inside the tumor (arrow) — accumulation of contrast agent in the tumor and its absence in the hematoma.

у детей связаны с аневризмами сосудов мозга и АВМ. Реже факторами риска становятся опухоли, гематологические заболевания. Кроме того, ГИ сопровождаются некоторыми генетическими болезнями, а у детей с пороками сердца встречаются чаще, чем в общей популяции. МРТ в настоящее время является ключевым методом нейровизуализации, позволяющим не только подтвердить диагноз, но и в большинстве случаев выявить причину кровоизлияния, дифференцировать инсульт от его имитаторов.

МРТ имеет схожую чувствительность с КТ при диагностике острого внутричерепного кровоизлияния и более высокую чувствительность для хронических внутричерепных гематом [30–32]. Поскольку во время осмотра часто невозможно дифференцировать ишемический инсульт и ГИ, более высокочувствительная при сверхострых/острых ишемических инфарктах МРТ остаётся методом выбора для диагностики ГИ у детей. Однако большая распространённость КТ и большая простота выполнения исследования часто вынуждают использовать КТ, по крайней мере, в острых условиях. Ограничением неконтрастной КТ при ГИ является сниженная чувствительность к основным АВМ или аневризмам. Редко в мелких АВМ при неконтрастной КТ можно выявить очаговые кальцификаты, которые могут наблюдаться как в АВМ, так и в каверномах, или гиперплотные поражения, которые часто являются проявлениями каверном [33].

МРТ особенно привлекательна для определения инсульта у детей, т. к. является неинвазивным, неионизирующим методом представления различных свойств мозга. Одна из основных задач при применении МРТ — необходимость стандартизации протоколов: использование сокращённого и стандартного протоколов, которые позволяют оптимизировать диагностику в зависимости от состояния больного. В обоих протоколах критически важны импульсные последовательности МРА, SWI/GRE

и ДВИ, которые идентифицируют как кровоизлияния, так и ишемические изменения. На раннем периоде исследования для их визуализации оптимальным вариантом протокола были T2\*-ВИ GRE. Далее появилось ИП SWI. Сравнительный анализ информативности и достоверности выявил, что ИП SWI выглядит предпочтительнее по сравнению с T2\*-ВИ GRE. МРА, особенно с контрастным усилением, улучшает визуализацию сосудистых аномалий, часто ассоциированных с ГИ у детей [16, 24].

Несмотря на рекомендации проводить МРТ в первые 6–12 ч, задержки обусловлены логистическими проблемами. По нашим данным, МРТ была проведена у 53,4% пациентов в первые 24 ч от начала заболевания, а у 46,6% — в более поздние сроки, что было в большей части обусловлено логистикой. Это подчёркивает необходимость повсеместного улучшения маршрутизации пациентов. Кроме того, к задержке диагностики инсульта с помощью МРТ приводят разнообразная этиология, множественные клинические варианты его проявления, что увеличивает число осложнений и процент смертности [5, 9, 10].

Среди причин ГИ у детей преобладают АВМ (около 21%), далее следуют аневризмы (15%), лейкоз (15%), другие заболевания (33%), неустановленная причина инсульта — 18% [7, 8]. При этом частота той или причины ГИ имеет большие колебания, т. к. зависит от многих факторов, чаще от величины выборки. Частота АВМ как причины ГИ колеблется от 14% до 46% случаев [34–36], а кровоизлияния в опухоли у детей варьируют от 3% до 22% случаев [9, 37, 38]. Данные по частоте каверном как причины ГИ, которые выявляются в полном объёме только с помощью МРТ, варьируют в пределах 20–25% [39, 40]. По нашим данным, каверномы были такой же частой причиной, как и АВМ, и составили 24,8% от общего числа обследованных детей.

## Заклучение

В настоящее время МРТ с использованием стандартизованных протоколов является оптимальным методом диагностики ГИ у детей. Внедрение сокращённых алгоритмов МРТ для тяжёлых больных и повсеместная доступность современных методик нейровизуализации могут сократить время постановки диагноза и улучшить исходы. Коморбидные формы патологии, включая судороги, опухоли, инфекции и другие неврологические состояния, должны быть дифференцированы с помощью нейровизуализации.

## Литература

(п.п. 1–6; 8–16; 18–40 см. References)

1. Быков Ю.В., Обедин А.Н., Фишер В.В., Волков Е.В., Зинченко О.В., Муравьёва А.А. и др. Острое нарушение мозгового кровообращения в детском возрасте: клинические проявления и интенсивная терапия. *Вестник Авиценны*. 2024; 26(3): 427–38. <https://doi.org/10.25005/2074-0581-2024-26-3-427-438> <https://elibrary.ru/jygnja>
17. Семенова Н.А., Манжурцев А.В., Меньшиков П.Е., Ублинский М.В., Ахадов Т.А. Магнитно-резонансная спектроскопия: неинвазивные исследования метаболизма мозга человека в норме и патологии. *Успехи физиологических наук*. 2019; 50(1): 58–74. <https://doi.org/10.1134/S0301179819010107> <https://elibrary.ru/yyynbb>

## References

1. Feigin V.L., Roth G.A., Naghavi M., Parmar P., Krishnamurthi R., Chugh S., et al. Global burden of stroke and risk factors in 188 countries, during 1990–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet Neurol*. 2016; 15(9): 913–24. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(16\)30073-4](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(16)30073-4)
2. Lehman L.L., Khoury J.C., Taylor J.M., Yeramaneni S., Sucharew H., Alwell K., et al. Pediatric stroke rates over 17 years: report from a population-based study. *J. Child Neurol*. 2018; 33(7): 463–7. <https://doi.org/10.1177/0883073818767039>
3. Vilela P., Wiesmann M. Nontraumatic intracranial hemorrhage. In: Hodler J., Kubik-Huch R.A., von Schulthess G.K., eds. *Diseases of the Brain, Head and Neck, Spine 2020–2023: Diagnostic Imaging*. Cham: Springer; 2020.
4. Askarova A.E., Zhurkabayeva B.D. Hemorrhagic stroke in children. *J. Cent. Nerv. Syst. Dis*. 2024; 16: 11795735241289913. <https://doi.org/10.1177/11795735241289913>
5. Ferriero D.M., Fullerton H.J., Bernard T.J., Billingham L., Daniels S.R., DeBaun M.R., et al. Management of stroke in neonates and children: a scientific statement from the American heart association/American stroke association. *Stroke*. 2019; 50(3): 51–96. <https://doi.org/10.1161/STR.000000000000183>
6. Lee S., Mirsky D.M., Beslow L.A., Amlie-Lefond C., Krishnan P., Laughlin S., et al. Pathways for neuroimaging of childhood stroke. *Pediatr. Neurol*. 2017; 69: 11–23. <https://doi.org/10.1016/j.pediatrneurol.2016.12.004>
7. Bykov Yu.V., Obedin A.N., Fisher V.V., Volkov E.V., Zinchenko O.V., Muravyova A.A., et al. Acute cerebrovascular accident in children: clinical presentation and intensive care management. *Vestnik Avitsenny*. 2024; 26(3): 427–38. <https://doi.org/10.25005/2074-0581-2024-26-3-427-438> <https://elibrary.ru/jygnja> (in Russian)
8. Beslow L.A., Jordan L.C. Pediatric stroke: the importance of cerebral arteriopathy and vascular malformations. *Childs Nerv. Syst*. 2010; 26(10): 1263–73. <https://doi.org/10.1007/s00381-010-1208-9>
9. Jordan L.C., Johnston S.C., Wu Y.W., Sidney S., Fullerton H.J. The importance of cerebral aneurysms in childhood hemorrhagic stroke: a population-based study. *Stroke*. 2009; 40(2): 400–5. <https://doi.org/10.1161/strokeaha.108.518761>
10. Thomalla G., Boutitie F., Ma H., Koga M., Ringleb P., Schwamm L.H., et al. Evaluation of unknown Onset Stroke thrombolysis trials (EOS) investigators. Intravenous alteplase for stroke with unknown time of onset guided by advanced imaging: systematic review and meta-analysis of individual patient data. *Lancet*. 2020; 396(10262): 1574–84. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)32163-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32163-2)
11. Baldovsky M.D., Okada P.J. Pediatric stroke in the emergency department. *J. Am. Coll. Emerg. Physicians Open*. 2020; 1(6): 1578–86. <https://doi.org/10.1002/emp2.12275>
12. Seifert C.L., Schönbach E.M., Zimmer C., Förschler A., Tölle T.R., Feuer R., et al. Association of clinical headache features with stroke location: An MRI voxel-based symptom lesion mapping study. *Cephalalgia*. 2018; 38(2): 283–91. <https://doi.org/10.1177/0333102416686342>
13. Domi T., Vossough A., Stence N.V., Felling R.J., Leung J., Krishnan P., et al. The potential for advanced magnetic resonance neuroimaging techniques in pediatric stroke research. *Pediatr. Neurol*. 2017; 69: 24–36. <https://doi.org/10.1016/j.pediatrneurol.2016.12.015>
14. Deistung A., Schweser F., Reichenbach J.R. Overview of quantitative susceptibility mapping. *NMR Biomed*. 2017; 30(4). <https://doi.org/10.1002/nbm.3569>
15. Yu S., Liebeskind D.S., Dua S., Wilhalme H., Elashoff D., Qiao X.J., et al. Postischemic hyperperfusion on arterial spin labeled perfusion MRI is linked to hemorrhagic transformation in stroke. *J. Cerebr. Blood Flow Metab*. 2015; 35(4): 630–7. <https://doi.org/10.1038/jcbfm.2014.238>
16. Khalaf A., Iv M., Fullerton H., Wintermark M. Pediatric stroke imaging. *Pediatr. Neurol*. 2018; 86: 5–18. <https://doi.org/10.1016/j.pediatrneurol.2018.05.008>
17. Semenova N.A., Manzhurtsev A.V., Menshchikov P.E., Ublinskiy M.V., Akhadov T.A. Magnetic resonance spectroscopy: non-invasive studies of human brain metabolism in normal and pathological conditions. *Uspekhy fiziologicheskikh nauk*. 2019; 50(1): 58–74. <https://doi.org/10.1134/S0301179819010107> <https://elibrary.ru/yyynbb> (in Russian)
18. TurSKI P., Scarano A., Hartman E., Clark Z., Schubert T., Rivera L., et al. Neurovascular 4Dflow MRI (Phase Contrast MRA): emerging clinical applications. *Neurovasc. Imaging*. 2016; 2: 8. <https://doi.org/10.1186/s40809-016-0019-0>
19. Yang Q., Duan J., Fan Z., Qu X., Xie Y., Nguyen C., et al. Early detection and quantification of cerebral venous thrombosis by magnetic resonance black-blood thrombus imaging. *Stroke*. 2016; 47(2): 404–9. <https://doi.org/10.1161/strokeaha.115.011369>
20. Ladner T.R., Mahdi J., Attia A., Froehler M.T., Le T.M., Lorinc A.N., et al. A multispecialty pediatric neurovascular conference: A model for interdisciplinary management of complex disease. *Pediatr. Neurol*. 2015; 52(2): 165–73. <https://doi.org/10.1016/j.pediatrneurol.2014.10.010>
21. Mohr J.P., Parides M.K., Stapf C., Moquete E., Moy C.S., Overbey J.R., et al. Medical management with or without interventional therapy for unruptured brain arteriovenous malformations (ARUBA): a multicentre, non-blinded, randomised trial. *Lancet*. 2014; 383(9917): 614–21. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)62302-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)62302-8)
22. Schuster C., Stoltz M., Means D., Dy T.R. Vascular malformations of the brain and spine in children. *Pediatr. Rehabil*. 2015; 5(6): 886–97.
23. Lee S., Mirsky D.M., Beslow L.A., Amlie-Lefond C., Danehy A.R., Lehman L., et al. International paediatric stroke study neuroimaging consortium and the paediatric stroke neuroimaging consortium. Pathways for neuroimaging of neonatal stroke. *Pediatr. Neurol*. 2017; 69: 37–48. <https://doi.org/10.1016/j.pediatrneurol.2016.12.008>
24. Sotardi S.T., Alves C.A.P.F., Serai S.D., Beslow L.A., Schwartz E.S., Magee R., et al. Magnetic resonance imaging protocols in pediatric stroke. *Pediatr. Radiol*. 2023; 53(7): 1324–35. <https://doi.org/10.1007/s00247-022-05576-4>
25. Harrar D.B., Benedetti G.M., Jayakar A., Carpenter J.L., Mangum T.K., Chung M., et al. Pediatric acute stroke protocols in the United States and Canada. *J. Pediatr*. 2022; 242: 220–7. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2021.10.048>
26. Barnes S.R., Haacke E.M. Susceptibility-weighted imaging: clinical angiographic applications. *Magn. Reson. Imaging Clin. N. Am*. 2009; 17(1): 47–61. <https://doi.org/10.1016/j.mric.2008.12.002>
27. Brinjikji W., El-Rida El-Masri A., Wald J., Lanzino G. Prevalence of developmental venous anomalies increases with age. *Stroke*. 2017; 48(7): 1997–9. <https://doi.org/10.1161/strokeaha.116.016145>
28. Jung J.H., Kim M.H., Park H.K., Park H.C., Kim S.H., Shin K.M., et al. Cerebral cavernous hemangiomas associated with venous angiomas. *J. Korean Neurosurg. Soc*. 1996; 25: 662–7.
29. Koc K., Anik I., Akansel Q., Anik Y., Ceylan S. Massive intracerebral hemorrhage due to developmental venous anomaly. *Br. J. Neurosurg*. 2007; 21(4): 403–5. <https://doi.org/10.1080/02688690701468707>

30. Meyer-Heim A.D., Boltshauser E. Spontaneous intracranial haemorrhage in children: Aetiology, presentation and outcome. *Brain Dev.* 2003; 25(6): 416–21. [https://doi.org/10.1016/S0387-7604\(03\)00029-9](https://doi.org/10.1016/S0387-7604(03)00029-9)
31. Kidwell C.S., Chalela J.A., Saver J.L., Starkman S., Hill M.D., Demchuk A.M., et al. Comparison of MRI and CT for detection of acute intracerebral hemorrhage. *JAMA.* 2004; 292(15): 1823–30. <https://doi.org/10.1001/jama.292.15.1823>
32. Fiebach J.B., Schellinger P.D., Gass A., Kucinski T., Siebler M., Villringer A., et al. Stroke magnetic resonance imaging is accurate in hyperacute intracerebral hemorrhage: A multicenter study on the validity of stroke imaging. *Stroke.* 2004; 35(2): 502–6. <https://doi.org/10.1161/01.STR.0000114203.75678.88>
33. Fortuna A., Ferrante L., Mastronardi L., Acqui M., d'Addetta R. Cerebral cavernous angioma in children. *Childs Nerv. Syst.* 1989; 5(4): 201–7. <https://doi.org/10.1007/BF00271020>
34. Chung B., Wong V. Pediatric stroke among Hong Kong Chinese subjects. *Pediatrics.* 2004; 114(2): 206–12. <https://doi.org/10.1542/peds.114.2.e206>
35. Ding D., Starke R.M., Kano H., Mathieu D., Huang P.P., Feliciano C., et al. International multicenter cohort study of pediatric brain arteriovenous malformations. Part I: Predictors of hemorrhagic presentation. *J. Neurosurg. Pediatr.* 2017; 19(2): 127–35. <https://doi.org/10.3171/2016.9.PEDS16283>
36. Terada A., Komiyama M., Ishiguro T., Niimi Y., Oishi H. Nationwide survey of pediatric intracranial arteriovenous shunts in Japan: Japanese Pediatric Arteriovenous Shunts Study (JPAS). *J. Neurosurg. Pediatr.* 2018; 22(5): 550–8. <https://doi.org/10.3171/2018.5.PEDS18123>
37. Blom I., De Schryver E.L., Kappelle L.J., Rinkel G.J., Jennekens-Schinkel A., Peters A.C. Prognosis of haemorrhagic stroke in childhood: a long-term follow-up study. *Dev. Med. Child Neurol.* 2003; 45(4): 233–9. <https://doi.org/10.1017/s001216220300046x>
38. Liu A.C., Segaren N., Cox T.S., Hayward R.D., Chong W.K., Ganesan V., et al. Is there a role for magnetic resonance imaging in the evaluation of non-traumatic intraparenchymal haemorrhage in children? *Pediatr. Radiol.* 2006; 36(9): 940–6. <https://doi.org/10.1007/s00247-006-0236-9>
39. Lanthier S., Carmant L., David M., Larbrisseau A., de Veber G. Stroke in children: the coexistence of multiple risk factors predicts poor outcome. *Neurology.* 2000; 54(2): 371–8. <https://doi.org/10.1212/wnl.54.2.371>
40. Sirvente J., Enjolras O., Wassef M., Tournier-Lasserre E., Labauge P. Frequency and phenotypes of cutaneous vascular malformations in a consecutive series of 417 patients with familial cerebral cavernous malformations. *J. Eur. Acad. Dermatol. Venereol.* 2009; 23(9): 1066–72. <https://doi.org/10.1111/j.1468-3083.2009.03263.x>

**Сведения об авторах:**

**Ахадов Толибджон Абдуллаевич**, доктор мед. наук, проф., руководитель отдела лучевых методов диагностики, ГБУЗ «НИИ НДХиТ — Клиника доктора Рошалья» ДЗМ, [akhadov@mail.ru](mailto:akhadov@mail.ru); **Каньшина Дарья Сергеевна**, канд. мед. наук, ст. науч. сотр., ГБУЗ «НИИ НДХиТ — Клиника доктора Рошалья» ДЗМ, [dr.d.kanshina@gmail.com](mailto:dr.d.kanshina@gmail.com); **Божко Ольга Васильевна**, канд. мед. наук, ст. науч. сотр., ГБУЗ «НИИ НДХиТ — Клиника доктора Рошалья» ДЗМ, [bozhko\\_olga@mail.ru](mailto:bozhko_olga@mail.ru); **Яковлев Алексей Николаевич**, науч. сотр., ГБУЗ «НИИ НДХиТ — Клиника доктора Рошалья» ДЗМ, [yakovlevalekcej@bk.ru](mailto:yakovlevalekcej@bk.ru); **Хусаинова Дарья Николаевна**, науч. сотр., ГБУЗ НИИ «НДХиТ — Клиника док тора Рошалья» ДЗМ, [dsavina@yandex.ru](mailto:dsavina@yandex.ru)