

EDN: YZITDO

УДК (6)

DOI: 10.56618/2071-2693_2024_16_4_151



ИНЦИДЕНТАЛОМЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА У ДЕТЕЙ: ТАКТИКА ВЕДЕНИЯ И СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

Данил Александрович Козырев^{1,2}

✉ nil_dk@mail.ru, orcid.org/0000-0002-3211-7815, SPIN-код: 1690-6615

Евгений Юрьевич Крюков^{1,2}

e.krukov@mail.ru, orcid.org/0000-0002-3411-5274, SPIN-код: 2847-5348

Рена Сакит кызы Кулиева²

dr.kulievars@gmail.com, orcid.org/0000-0003-0240-7472

Юрий Сергеевич Добровенко¹

dobrovenkouras@mail.ru, orcid.org/0009-0006-9342-1323

Александр Сергеевич Иова^{1,2}

a_iova@mail.ru, orcid.org/0000-0002-5904-1814, SPIN-код: 9267-317

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И. И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ул. Кирочная, д. 41, Санкт-Петербург, Российская Федерация, 191015)

² Санкт-Петербургское государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Детский городской многопрофильный клинический специализированный центр высоких медицинских технологий» (ул. Авангардная улица, д. 14, лит. А., Санкт-Петербург, Российская Федерация, 198205)

Резюме

ВВЕДЕНИЕ. Широкое применение различных нейровизуализационных технологий привело к появлению целой группы случайных находок в головном мозге у детей с неизвестным прогностическим значением. Часть таких находок имеют радиологические характеристики неопластических образований головного мозга, представляя значительную проблему для выбора оптимальной тактики лечения.

ЦЕЛЬ. Выполнить системный обзор и оценить современный подход ведения пациентов со случайно обнаруженными образованиями головного мозга (инциденталомами) у детей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Выполнен системный обзор в базах данных eLibrary, PubMed и Medline (NCBI), по ключевым словам, предполагающим случайно обнаруженную опухоль (инциденталому) головного мозга у детей. Анализ информации включал в себя частоту распространения, методы диагностики, тактику ведения и риск злокачественной трансформации инциденталом к моменту публикации на август 2024 г.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Проанализировано 2213 статей, из них 78 полнотекстовых. В финальное исследование было включено 42 статьи. Инциденталомы головного мозга диагностируются в 0,2–5,7 % нейроизображений у детей и представляют собой относительно разнородную группу образований, в большинстве случаев являясь глиомами низкой степени злокачественности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Несмотря на то, что большинство из них имеют относительно доброкачественное течение, часть новообразований может прогрессировать, а в редких случаях может отмечаться злокачественная трансформация образования. В связи с этим пациентам с данными находками требуется тщательное наблюдение.

Ключевые слова: инциденталома головного мозга, случайная находка головного мозга, опухоль головного мозга, детская нейрохирургия

Для цитирования: Козырев Д. А., Крюков Е. Ю., Кулиева Р. С., Добровенко Ю. С., Иова А. С. Инциденталомы головного мозга у детей: тактика ведения и систематический обзор // Российский нейрохирургический журнал им. проф. А. Л. Поленова. 2024. Т. XVI, № 4. С. 151–160. DOI: 10.56618/2071-2693_2024_16_4_151.

PEDIATRIC BRAIN INCIDENTALOMAS: MANAGEMENT STRATEGY AND SYSTEMATIC REVIEW

Danil A. Kozyrev^{1,2}

✉ nil_dk@mail.ru, orcid.org/0000-0002-3211-7815, SPIN-code: 1690-6615

Evgeniy Yu. Kryukov^{1,2}

e.kryukov@mail.ru, orcid.org/0000-0002-3411-5274, SPIN-code: 2847-5348

Rena S. Kulieva²

dr.kulievars@gmail.com, orcid.org/0000-0003-0240-7472

Yurii S. Dobrovenko¹

dobrovenkouras@mail.ru, orcid.org/0009-0006-9342-1323

Alexander S. Iova^{1,2}

a_iova@mail.ru, orcid.org/0000-0002-5904-1814, SPIN-code: 9267-317

¹ North-Western State Medical University named after I. I. Mechnikov
(41 Kirochnaya street, St. Petersburg, Russian Federation, 191015)

² Children's City Multidisciplinary Clinical Specialized Center of High Medical Technologies
(14 Avangardnaya street, lit. A., St. Petersburg, Russian Federation, 198205)

Abstract

INTRODUCTION. The extensive application of various neuroimaging technologies has led to the identification of a significant number of pediatric incidental brain findings with unclear prognostic factors. Some of these findings exhibit radiological features consistent with neoplastic processes, presenting considerable challenges in clinical management.

AIM. This study aims to systematically review and assess current approaches to the management of pediatric patients with incidentally discovered brain lesions (incidentalomas).

MATERIALS AND METHODS. A systematic review was conducted using the eLibrary, PubMed, and Medline (NCBI) databases. The search focused on studies involving incidentally discovered brain tumors (incidentalomas) in children. The literature was analyzed in terms of the frequency of incidentalomas, diagnostic methods, management strategies, and the risk of malignant transformation, up to August 2024.

RESULTS. A total of 2,213 articles were reviewed, of which 78 were full-text articles. Ultimately, 42 articles were included in the final analysis. Incidentalomas of the brain were identified in 0.2 to 5.7 % of pediatric neuroimaging studies and were found to represent a heterogeneous group of lesions, with low-grade gliomas being the most commonly diagnosed.

CONCLUSION. While most pediatric brain incidentalomas exhibit a relatively benign course, some may progress, with rare cases of malignant transformation observed. As such, careful and ongoing monitoring of patients with these incidental findings is warranted.

Keywords: incidentaloma of the brain, incidental finding of the brain, brain tumor, pediatric neurosurgery

For citation: Kozyrev D. A., Kryukov E. Yu., Kulieva R. S., Dobrovenko Yu. S., Iova A. S. Pediatric brain incidentalomas: management strategy and systematic review. Russian neurosurgical journal named after professor A. L. Polenov. 2024;XVI(4):151–160. (In Russ.). DOI: 10.56618/2071-2693_2024_16_4_151.

Введение

Инциденталомы головного мозга (ИГМ) представляют собой случайно обнаруженные находки на нейровизуализационных изображениях, имеющие радиологические характеристики неопластического процесса. Термин «инциденталома» начал использоваться более 40 лет назад для описания случайно обнаруженных объемных образования надпочечников [1] и более 30 лет назад – для образования гипофиза [2]. В связи с широким распространением методов нейровизуализации, число случайных находок, имеющих характеристики неопластического процесса, неуклонно увеличивается [3]. Показаниями к применению нейровизуализации являются головные боли, травма головы, участие в исследовательских проектах или другие причины (например, задержки развития или эндокринопатии). К основным мето-

дам нейровизуализации относят три исследования – нейросонографию (НСГ), компьютерную томографию (КТ) и магнитно-резонансную томографию (МРТ). Любой из этих методов может выявить ИГМ у ребенка, но МРТ является «золотым стандартом» для уточнения и получения полноты данных о характеристиках инциденталомы и сопутствующих находок в центральной нервной системе (ЦНС). Варианты лечения детей с ИГМ также могут различаться и включают в себя активное наблюдение (принцип «смотри и жди»), биопсию, резекцию [4, 5]. Также остается открытым вопрос о риске злокачественной трансформации (ЗТ) первичных образований низкой степени злокачественности. Несколько лет назад мы и другая исследовательская группа опубликовали системные обзоры и обзор литературы по ведению детей с ИГМ [6, 7]. Данная работа по-

священа обновлению данных для уточнения современного состояния проблемы пациентов с инциденталомами головного мозга.

Материалы и методы

Нами был произведен поиск в двух базах данных – Elibrary и PubMed and Medline (NCBI). Поиск производился на двух языках (русском и английском) и включал в себя следующие комбинации ключевых слов в названиях и резюме статей: «Инцидентома головного мозга», «Инцидентома головного мозга у детей», «Случайные обнаруженные образования головного мозга», «Случайные находки нейровизуализации», «Случайно обнаруженные опухоли головного мозга», «Злокачественная трансформация образований головного мозга у детей», «Злокачественная трансформация глиом низкой степени злокачественности у детей», а также «Brain incidentaloma», «Pediatric brain incidentaloma», «Incidental findings neuroimaging», «Incidental brain lesions», «Incidental brain tumors», «Malignant transformation brain lesions children», «Malignant transformation in low grade glioma in children». Поиск по базам данных производился по август 2024 г. Изначально анализировали название и резюме статей, затем выбирали релевантные находки и анализировали полный текст статей. Критерии включения: а) публикации только на русском и английском языках; б) работы с анализом пациентов детского возраста (до 18 лет); в) опухолевая природа случайно обнаруженных образований головного мозга.

Анализировали все возможные типы публикаций – от рандомизированных до описательных клинических случаев (дубликаты статей удаляли) (рисунк).

Анализ производили согласно рекомендациям PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Мета-анализ не выполняли в связи с разносторонностью опубликованных работ. Тем не менее удалось выполнить систематический анализ всех опубликованных статей. Также стоит упомянуть, что не было возможности проанализировать детально опубликованные работы на такие параметры, как повторные изображения

инциденталом, размеры случайно обнаруженных образований, детали радиологических характеристик и длительный катамнез. Таким образом, эти критерии не оценивали при проведении финального анализа нашего обзора.

Результаты исследования

Анализ опубликованных данных позволил выявить 47 публикаций, удовлетворяющих критериям включения. Девять статей описывают частоту встречаемости ИГМ у детей [7–15].

Две статьи рассматривают различные дополнительные техники нейровизуализации для проведения дифференциального диагноза между неопластическим процессом и радиологическими находками другой этиологии [16, 17]. Для этого используют возможности позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ). В 13 статьях обсуждаются варианты ведения детей с ИГМ [12, 18–29]. В 6 статьях описаны молекулярные особенности новообразований у детей с их малигнизацией (злокачественной трансформацией) [30–35]. В 17 статьях описана предполагаемая ЗТ у образований, считавшихся до этого низкой степени злокачественности [36–52].

Частота встречаемости инциденталом головного мозга у детей. Частота встречаемости случайных структурных находок головного



Алгоритм включения статей в системный обзор
Algorithm for the inclusion of articles in a systematic review

мозга достигает 20–25 % среди всех исследований головного мозга. Среди них особое место занимают случайно обнаруженные образования, имеющие характеристики неопластического процесса, – инциденталомы. Частота обнаружения ИГМ варьирует от 0,2 до 5,7 % [10–12, 15]. Основная масса статей описывает различные случайные находки, обнаруженные на нейровизуализации. К относительно частым структурным изменениям, обнаруженным случайно, относят пинеальные кисты, мальформацию Киари, вентрикуломегалию, кисты прозрачной перегородки, арахноидальные кисты, различные сосудистые аномалии, перивентрикулярную узловую гетеротопию и др. [10, 13].

В крупном исследовании, анализирующем 11 679 детей в возрасте 9–10 лет, было обнаружено, что 21,1 % детей имеют те или иные случайные находки головного мозга, а у 0,23 % выявлены возможные глиальные образования [13]. Другая публикация, анализирующая причины обнаружения образований мозга у детей, выявила, что в 5,7 % диагноз был установлен случайно [12]. В одном системном обзоре и мета-анализе, посвященном случайно обнаруженным находкам в головном мозге у детей, отмечено, что такие находки встречались в 16,4 %, а инциденталомы – в 0,2 % случаев [14].

Радиологические критерии предполагаемых инциденталом головного мозга. Однозначно определить природу случайно обнаруженной находки не всегда представляется возможным. Дифференциальный диагноз должен проводиться между неопластической природой и другими процессами различной этиологии (например, при врожденных аномалиях). Абсолютно точных характеристик неопластического процесса в литературе не описано. Также нет однозначных данных, позволивших бы с высокой долей вероятности отнести ту или иную опухоль к образованиям низкой или высокой степени злокачественности. Некоторые авторы рекомендуют использование дополнительных методов диагностики для уточнения характера находки. Pirotte et al. [17] показали возможности ПЭТ с различными радиофармпрепаратами для уточнения диагноза у 55 детей с ИГМ, отметив возможности этого метода в идентификации ткани образований.

Тем не менее, на основании современных рекомендаций, рутинное использование ПЭТ в диагностике опухолей головного мозга с самым распространенным радиофармпрепаратом (фтор-дезоксиглюкозой) не рекомендуется из-за относительно низкой чувствительности исследования [53]. У взрослых оценивались также возможности МР-спектроскопии, но в детской практике каких-либо значимых данных в этой области нет. Тем не менее развитие технологий, в том числе нейронных сетей и искусственного интеллекта, связано с большими надеждами в отношении неинвазивной диагностики неопластического процесса [54].

Риск злокачественной трансформации и молекулярный профиль инциденталом. Накопленные данные свидетельствуют о том, что риск ЗТ у глиом низкой степени злокачественности минимален и значительно отличается от такого же риска у взрослых пациентов. В детской популяции риск ЗТ составляет менее 3 % [31, 34, 35, 55]. В одной из последних работ ЗТ была выявлена у 29 из 1586 наблюдаемых детей с глиомами низкой степени злокачественности. Авторы работы обнаружили, что к клиническим факторам риска относятся спинальная локализация очага и первичная диссеминация образования. Также описываются различные молекулярные изменения, которые сопровождали ЗТ, такие как увеличение накопления ядерной p53 (20/29). К наиболее часто встречающимся приобретенным молекулярным альтерациям у вторичных глиом высокой степени злокачественности относили гомозиготную делецию CDKN2A/B (7/12 опухолей), 1p/1-альтерацию (4/12) и потерю ATRX (3/12) [55]. В нескольких статьях приводятся данные о повышенной экспрессии TP53, делеции RB1, CDKN2A, мутации BRAF V600E как наиболее часто встречаемые генетические альтерации в доказанных случаях ЗТ детских глиом низкой степени злокачественности [31–34].

Проблема ведения пациентов с инциденталомами. При выявлении ИГМ возникает неминуемая проблема, оказывающее влияние не только на пациента и его семью, но и на систему здравоохранения. В связи с относительно низкой частотой таких образований не существует проспективных исследований, срав-

Таблица 1. Исследования, документирующие ведение пациентов с инциденталомами головного мозга у детей**Table 1. Studies documenting the management of pediatric patients with incidentalomas**

Автор (год)	Тип исследования	Число пациентов со случайно обнаруженными опухолями головного мозга	Средний возраст (диапазон), лет	Расположение (инфра- и супратенториальные)	Катамнез (диапазон), месяцы
Perret (2011)	Ретроспект.	19	5 (1,0–14,9)	8 – инфра-; 11 – супра-	22 (3,6–195,6)
Bredlau (2012)	Ретроспект.	21	12 (1–18)	7 (33 %) – инфра-; 14 (67 %) супра-	32 (1–104)
Roth (2012)	Ретроспект.	47	8,6 (Н/Д)	26 (55,3 %) – инфра-; 20 (42,6 %) – супра-; 1 (2,1 %) – множеств.	72 (5–70)
Ali (2014)	Ретроспект.	12	10 (1–19)	8 (67 %) – инфра-; 4 (33 %) – супра-	16 (2,7–59,5)
Zaazoue (2019)	Ретроспект.	144	12 (1,5–17,3)	33 (23 %) – инфра-; 111 (77 %) – супра-	46 (12–158,4)
Kozyrev (2019)	Ретроспект.	70	8 (1–20)	70 (100 %) – инфра-;	44 (1–221)
Wright (2019)	Ретроспект.	55	8,8 (0,5–18)	28 (50,9 %) – инфра-; 27 (49,1 %) – супра-	9 (0,6–135,6)
Kozyrev (2021)	Ретроспект.	58	10,8 (1,5–20)	58 (100 %) – супра-	57 (1,6–130,4)
Antkowiak (2024)	Ретроспект.	7	9,7 (1,5–17)	1 (14,3 %) – инфра-; 6 (85,7 %) супра-	79 (112–111)
Всего	Все ретроспект.	433	10 (1–20)	181 (42 %) – инфра-; 251 (58 %) супра-	42 (0,6–221)

нивающих тактику наблюдения с хирургической тактикой. К настоящему времени опубликовано 9 исследований, анализирующих опыт различных групп по ведению детей с ИГМ (табл. 1).

В 2012 г. Roth et al. [25] опубликовали одно из наиболее ранних исследований, посвященных ведению детей с ИГМ. Изучены данные о 47 пациентах (средний возраст – 8,6 года). Из них 25 детей были оперированы вскоре после установки диагноза, а остальные 22 ребенка наблюдались в динамике. В течение периода наблюдения операция потребовалась 2 (9 %) пациентам. В одном случае – из-за появления новых симптомов, а во втором – из-за увеличения размеров образования. Отслеживались в среднем 25 месяцев (5–70 месяцев) 20 наблюдаемых пациентов. Отмечено, что все оперированные дети с верифицированным гистологическим диагнозом имели то или иное образование неопластической природы [25].

В одной из самых крупных работ были проанализированы данные 144 пациентов с ИГМ. Средний возраст пациентов был 11,2 года, а средний катамнез составил 45 месяцев. Из 144 пациентов 13 (9 %) потребовали смены наблюдательной тактики лечения за период наблюде-

ния. Резекция очага была выполнена 11 пациентам, 1 была выполнена биопсия. Образование, у которых наблюдался отек окружающих тканей и (или) накопления контрастного вещества, с большей вероятностью потребовали хирургического лечения [26]. Авторы сделали вывод, что большинство ИГМ у детей имеют доброкачественное течение. При этом детям с такими находками показано радиологическое наблюдение для исключения прогрессии очага.

В одной из последних крупных работ нами были проанализированы данные о 58 детях с ИГМ. Из них 21 (36 %) потребовали хирургического лечения в течение среднего периода наблюдения, равного 60 месяцам. Из этих 21 пациентов 11 (19 %) оперированы сразу после установки диагноза, и 10 (17 % общей группы, или 21 % из 47 первоначально наблюдаемых пациентов) потребовали отсроченного вмешательства. Злокачественные образования были выявлены у 3 (14 %) из 21 оперированных пациентов, при этом в 1 случае было высказано подозрение на злокачественную трансформацию [29].

Анализируя сводные данные всех исследований, в которых часть пациентов изначально отслеживались, а в течение периода наблюде-

Таблица 2. Гистопатологический диагноз у пациентов, которые изначально наблюдались, но потребовали хирургического лечения в течение периода наблюдения

Table 2. Histopathological diagnosis in patients initially managed conservatively but subsequently requiring surgical intervention during the follow-up period

Автор (год)	Отсроченная операция, n (%)	Гистология
Perret (2011)	2 (10,6)	Медуллобластома. Фибриллярная астроцитома
Bredlau (2012)	4 (19,2)	Пилоцитарная астроцитома (×2). Олигоастроцитома (low-grade). Зрелая тератома или дермоидная киста
Roth (2012)	2 (4,2)	Папиллома сосудистого сплетения. Пилоцитарная астроцитома
Ali (2014)	1 (8,3)	Астроцитома Grade II
Zaazoue (2019)	12 (8,3)	Олигодендроглиома (×2). Астроцитома Grade II (×2). Пилоцитарная астроцитома. Нейроцитома. Эпендимома. Эпидермоидная киста. Краниофарингиома. Кавернозная мальформация. Менингоэнцефалит (биопсия). Недиагностическая биопсия
Kozyrev (2019)	12 (17,1)	Low-grade-глиома. Пилоцитарная астроцитома (×8). Дермоидная/эпидермоидная киста (×3). Медуллобластома
Wright (2019)	2 (3,6)	Low-grade-глиома (×2)
Kozyrev (2021)	10 (17,2)	Low-grade глиома (×8). High-grade глиома (×2)
Всего	45 (11,0). High-grade – 4 (8,9). Low-grade – 38 (84,4). Неопухолевые – 3 (6,7)	

ния потребовали хирургического вмешательства, у 42 (95,3 %) из 45 пациентов выявлены гистологические характеристики неопластического процесса (как высокой степени, так и низкой степени злокачественности) (табл. 2).

Подводя промежуточный итог, большинство авторов сходятся во мнении, что большинство ИГМ у детей (69–100 %) имеют достаточно доброкачественное течение. Однако часть пациентов (в среднем 9–10 %) потребуют того или иного вмешательства. Это оправдывает тщательное наблюдение за такими пациентами. Недостатками всех анализируемых исследований являются их ретроспективный характер, ограниченное число пациентов и относительно небольшой катамнез.

Наблюдение или раннее вмешательство? Каждый из этих методов имеет свои преимущества и недостатки. Наблюдение несет в себе потенциальный риск прогрессирования образо-

вания и, хоть, вероятно, и низкую, но возможную злокачественную трансформацию опухоли. К этому добавляется стресс для пациента и его семьи из-за необходимости длительного наблюдения, выполнения повторных МРТ с контрастным усилением и неопределенности отдаленного прогноза. Также остаются открытыми медико-юридические вопросы, которые могут по-разному рассматриваться и зависеть от страны наблюдения.

С другой стороны, зная, что большинство образований имеют относительно доброкачественное течение, рекомендовать удаление или биопсию образования, особенно глубинного, кажется нецелесообразным. Пункционная стереотаксическая биопсия может быть вариантом мини-инвазивной диагностики, позволяющей верифицировать гистологический диагноз. Во взрослой практике этот метод широко используется для определения типа образо-

вания и выбора дальнейших методов лечения. В связи со значительно более редкой частотой ЭТ у детей, а также возможными рисками послеоперационного неврологического дефицита или недостаточного объема полученной при биопсии ткани, рекомендовать к широкому использованию этот метод диагностики ИГМ не всегда оправданно. Однозначно определить природу образования, опираясь только на радиологические данные, не всегда возможно.

Перспективы совершенствования медицинской помощи при ИГМ у детей. Остается актуальным поиск оптимального мониторинга при ИГМ у детей [19, 23, 29]. Пока не хватает массива однозначных данных, чтобы выработать универсальные рекомендации. Также остается открытым вопрос о различиях между инциденталомы внутри самой группы, например, с учетом анатомической локализации. Следует учитывать много факторов, выбирая способы и кратность динамического наблюдения. МРТ с контрастным усилением является «золотым стандартом» изображения для образований нервной системы. Тем не менее современные исследования показывают, что множественные повторные введения контрастных веществ на основе гадолиния (наиболее часто используемого агента) могут иметь негативные эффекты, а сам агент может откладываться в тканях организма [56]. Детям, с высокой ожидаемой продолжительностью жизни, наблюдающимся годами, может потребоваться значительное количество проведения МРТ и многократное введение контрастного вещества. Дополнительные риски связаны с необходимостью общей анестезии у пациентов младшего возраста. В некоторых случаях как дополнение к МРТ с контрастным усилением могут рассматриваться другие методы нейровизуализации. Возможной альтернативой может быть транскраниальная ультрасонография, но только в тех случаях, когда образование можно отчетливо оценить по данным этого метода. Было показано, что этот метод может уменьшить количество проведения МРТ с контрастным усилением, особенно у детей младшего возраста. Он может использоваться для скрининга и мониторинга различных структурных изменений головного мозга, сопутствующих ИГМ у детей

(например, выраженности вентрикуломегалии) [57].

Заключение

Инциденталомы головного мозга у детей являются редкими находками на нейроиображениях с частотой встречаемости 0,2–5,7 %. Их количество продолжает увеличиваться в связи с широким распространением методов нейровизуализации. Инциденталомы обычно имеют достаточно доброкачественное течение, и большинство внутримозговых образований, вероятно, являются глиомами низкой степени злокачественности. Тем не менее часть инциденталом может иметь агрессивный тип течения и, хоть и редко, подвергаться злокачественной трансформации. Дети с инциденталомы головного мозга требуют тщательного минимально инвазивного мониторинга, а решение о методе лечения принимается после всестороннего обсуждения с родственниками пациента.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. **Conflict of interest.** The author declares no conflict of interest.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки. **Financing.** The study was performed without external funding.

Литература / References

1. Geelhoed G. W., Druy E. M. Management of the adrenal “incidentaloma”. *Surgery*. 1982;(92):866–874. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7135206/> [Accessed 09 December 2024].
2. Molitch M. E., Russell E. J. The pituitary “incidentaloma”. *Ann Intern Med*. 1990;(112):925–931. Doi: 10.7326/0003-4819-112-12-925 Available from: <https://www.acpjournals.org/doi/10.7326/0003-4819-112-12-925> [Accessed 09 December 2024].
3. Perret C., Boltshauser E., Scheer I. et al. Incidental findings of mass lesions on neuroimages in children. *Neurosurg Focus*. 2011;(31). Doi: 10.3171/2011.9.FOCUS11121. Available from: <https://thejns.org/focus/view/journals/neurosurg-focus/31/6/2011.9.focus11121.xml> [Accessed 09 December 2024].
4. Gnekow A. K., Kandels D., Tilburg C. Van et al. SIOP-E-BTG and GPOH Guidelines for Diagnosis and Treatment of Children and Adolescents with Low Grade Glioma. *Klin Padiatr*. 2019;(231):107–135. Doi: 10.1055/a-0889-8256. EDN: SKQSWA.
5. Soleman J., Constantini S., Roth J. Incidental brain tumor findings in children: prevalence, natural history, management, controversies, challenges, and dilemmas. *Childs Nerv Syst*. 2024. Doi: 10.1007/S00381-024-06598-Z. EDN: OORRJV.
6. Soleman J., Kozыrev D. A., Ben-Sira L. et al. Management of incidental brain tumors in children: a systematic review. *Child's Nervous System*. 2020;(36):1607–1619. Doi: 10.1007/s00381-020-04658-8. EDN: UOCKRP.

7. *Jumah F., Rallo M. S., Quinoa T. et al.* Incidental Brain Tumors in the Pediatric Population: A Systematic Review and Reappraisal of Literature. *World Neurosurg.* 2020;(139):121–131. Doi: 10.1016/j.wneu.2020.02.178. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1878875020304642> [Accessed 09 December 2024].
8. *Graf W. D., Kayyali H. R., Abdelmoity A. T. et al.* Incidental neuroimaging findings in nonacute headache. *J Child Neurol.* 2010;(25):1182–1187. Doi: 10.1177/0883073809353149. Available from: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0883073809353149> [Accessed 09 December 2024].
9. *Gupta S. N., Gupta V. S., White A. C.* Spectrum of intracranial incidental findings on pediatric brain magnetic resonance imaging: What clinician should know?. *World J Clin Pediatr.* 2016;(5):262. Doi: 10.5409/WJCP.V5.I3.262. Available from: <https://www.wjgnet.com/2219-2808/full/v5/i3/262.htm> [Accessed 09 December 2024].
10. *Jansen P. R., Dremmen M., van den Berg A. et al.* Incidental Findings on Brain Imaging in the General Pediatric Population. *N Engl J Med.* 2017;(377):1593–1595. Doi: 10.1056/NEJMc1710724. Available from: <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMc1710724> [Accessed 09 December 2024].
11. *Kaiser D., Leach J., Vannest J. et al.* Unanticipated findings in pediatric neuroimaging research: prevalence of abnormalities and process for reporting and clinical follow-up. *Brain Imaging Behav.* 2015;(9):32–42. Doi: 10.1007/S11682-014-9327-7. EDN: ZOTBNP.
12. *Perret C., Boltshauser E., Scheer I. et al.* Incidental findings of mass lesions on neuroimages in children. *Neurosurg Focus.* 2011;(31). Doi: 10.3171/2011.9.FOCUS11121. Available from: <https://thejns.org/focus/view/journals/neurosurg-focus/31/6/2011.9.focus11121.xml> [Accessed 09 December 2024].
13. *Li Y., Thompson W. K., Reuter C. et al.* Rates of Incidental Findings in Brain Magnetic Resonance Imaging in Children. *JAMA Neurol.* 2021;(78):578–587. Doi: 10.1001/JAMANEUROL.2021.0306. EDN: EOPOPI.
14. *Dangouloff-Ros V., Roux C. J., Boulouis G. et al.* Incidental Brain MRI Findings in Children: A Systematic Review and Meta-Analysis. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2019;(40):1818–1823. Doi: 10.3174/AJNR.A6281. Available from: <https://www.ajnr.org/content/40/11/1818.long> [Accessed 09 December 2024].
15. *Toker R. T., Mutlucan I. O., Tanrıverdi C., Demir A. B.* MRI findings in children with migraine or tension-type headache. *BMC Pediatr.* 2023;(23). Doi: 10.1186/S12887-023-04264-Y. Available from: <https://bmcpediatr.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12887-023-04264-y> [Accessed 09 December 2024].
16. *Marnier L., Lundemann M., Sehested A. et al.* Diagnostic accuracy and clinical impact of [18F] FET PET in childhood CNS tumors. *Neuro Oncol.* 2021;(23):2107–2116. Doi: 10.1093/NEUONC/NOAB096. EDN: RMOUSP.
17. *Pirotte B. J. M., Lubansu A., Massager N. et al.* Clinical interest of integrating positron emission tomography imaging in the workup of 55 children with incidentally diagnosed brain lesions. *J Neurosurg Pediatr.* 2010;(5):479–485. Doi: 10.3171/2010.1.PEDS08336. Available from: <https://thejns.org/pediatrics/view/journals/j-neurosurg-pediatr/5/5/article-p479.xml> [Accessed 09 December 2024].
18. *Roth J., Soleman J., Paraskevopoulos D. et al.* Incidental brain tumors in children: an international neurosurgical, oncological survey. *Childs Nerv Syst.* 2018;(34):1325–1333. Doi: 10.1007/S00381-018-3836-4. EDN: MFDYJD.
19. *Wright E., Amankwah E. K., Winesett S. P. et al.* Incidentally found brain tumors in the pediatric population: a case series and proposed treatment algorithm. *J Neurooncol.* 2019;(141):355–361. Doi: 10.1007/S11060-018-03039-1. EDN: UZSFIE.
20. *Ali Z. S., Lang S. S., Sutton L. N.* Conservative management of presumed low-grade gliomas in the asymptomatic pediatric population. *World Neurosurg.* 2014;(81):368–373. Doi: 10.1016/J.WNEU.2013.01.038. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1878875013000995> [Accessed 09 December 2024].
21. *Bredlau A. L., Constine L. S., Silberstein H. J. et al.* Incidental brain lesions in children: to treat or not to treat? *J Neurooncol.* 2012;(106):589–594. Doi: 10.1007/S11060-011-0695-1. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11060-011-0695-1> [Accessed 09 December 2024].
22. *Di Rocco C., Frassanito P., Tamburrini G.* The never-ending struggle between the two souls of the neurosurgeon: to wait or to intervene. *World Neurosurg.* 2014;(81):268–270. Doi: 10.1016/J.WNEU.2013.02.073. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1878875013003835?via%3Dihub> [Accessed 09 December 2024].
23. *Kozyrev D. A., Constantini S., Tsering D. et al.* Pediatric posterior fossa incidentalomas. *Childs Nerv Syst.* 2020;(36):601–609. Doi: 10.1007/S00381-019-04364-0. EDN: SBWHVZ.
24. *Pollack I. F.* Management of low-grade gliomas in childhood. *World Neurosurg.* 2014;(81):265–267. Doi: 10.1016/J.WNEU.2013.01.104. EDN: SPZHRR.
25. *Roth J., Keating R. F., Myseros J. S. et al.* Pediatric incidental brain tumors: a growing treatment dilemma. *J Neurosurg Pediatr.* 2012;(10):168–174. Doi: 10.3171/2012.6.PEDS11451. Available from: <https://thejns.org/pediatrics/view/journals/j-neurosurg-pediatr/10/3/article-p168.xml> [Accessed 09 December 2024].
26. *Zaazoue M. A., Manley P. E., Kapur K. et al.* Natural History and Management of Incidentally Discovered Focal Brain Lesions Indeterminate for Tumor in Children. *Neurosurgery.* 2020;(86):357–365. Doi: 10.1093/NEUROS/NYZ078. Available from: https://journals.lww.com/neurosurgery/abstract/2020/03000/natural_history_and_management_of_incidentally.6.aspx [Accessed 09 December 2024].
27. *Antkowiak L., Zimny M., Starszak K. et al.* Surgical Treatment of Pediatric Incidentally Found Brain Tumors: A Single-Center Experience. *Brain Sci.* 2023;(13). Doi: 10.3390/BRAINS13050746. EDN: WSRKFA.
28. *de Padua V., Alves V., Care M. M., Leach J. L.* Incidental Thalamic Lesions Identified on Brain MRI in Pediatric and Young Adult Patients: Imaging Features and Natural History. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2024;(45):211–217. Doi: 10.3174/AJNR.A8090. EDN: FGWONO.
29. *Kozyrev D. A., Soleman J., Tsering D. et al.* Pediatric thalamic incidentalomas: an international retrospective multicenter study. *J Neurosurg Pediatr.* 2021;(29):141–149. Doi: 10.3171/2021.6.PEDS20976. EDN: RHAJTA.
30. *Greuter L., Guzman R., Soleman J.* Pediatric and Adult Low-Grade Gliomas: Where Do the Differences Lie?. *Children (Basel).* 2021;(80). Doi: 10.3390/CHILDREN8111075. EDN: CWKSFH.
31. *Mistry M., Zhukova N., Merico D. et al.* BRAF mutation and CDKN2A deletion define a clinically distinct subgroup of childhood secondary high-grade glioma. *J Clin Oncol.* 2015;(33):1015–1022. Doi: 10.1200/JCO.2014.58.3922. EDN: UQQUYD.
32. *Frazão L., Do Carmo Martins M., Nunes V. M. et al.* BRAF V600E mutation and 9p21: CDKN2A/B and MTAP co-deletions – Markers in the clinical stratification of pediatric gliomas. *BMC Cancer.* 2018;(18). Doi: 10.1186/S12885-018-5120-0. EDN: TBAAIU.
33. *Castelo-Branco P., Choufani S., Mack S. et al.* Methylation of the TERT promoter and risk stratification of childhood

- brain tumours: an integrative genomic and molecular study. *Lancet Oncol.* 2013;(14):534–542. Doi: 10.1016/S1470-2045(13)70110-4. EDN: RICALB.
34. *Broniscer A., Baker S. J., West A. N. et al.* Clinical and molecular characteristics of malignant transformation of low-grade glioma in children. *J Clin Oncol.* 2007;(25):682–689. Doi: 10.1200/JCO.2006.06.8213. EDN: MKQNLN.
 35. *Broniscer A.* Malignant transformation of low-grade gliomas in children: lessons learned from rare medical events. *J Clin Oncol.* 2015;(33):978–979. Doi: 10.1200/JCO.2014.60.1823. Available from: <https://ascopubs.org/doi/10.1200/JCO.2014.60.1823> [Accessed 09 December 2024].
 36. *Soleman J., Roth J., Ram Z. et al.* Malignant transformation of a conservatively managed incidental childhood cerebral mass lesion: controversy regarding management paradigm. *Childs Nerv Syst.* 2017;(33):2169–2175. Doi: 10.1007/S00381-017-3566-Z. EDN: QMQYK.
 37. *Avinash K., Thakar S., Aryan S. et al.* Malignant Transformation of Pediatric Low-grade Gliomas: Report of Two Cases and Review of a Rare Pathological Phenomenon. *Neurol India.* 2019;(67):1100–1106. Doi: 10.4103/0028-3886.266259. EDN: PGXVBB.
 38. *Bale T. A., Sait S. F., Benhamida J. et al.* Malignant transformation of a polymorphous low grade neuroepithelial tumor of the young (PLNTY). *Acta Neuropathol.* 2021;(141):123–125. Doi: 10.1007/S00401-020-02245-4. EDN: HXCANL.
 39. *Zabrodskaya Y. M., Sidorin V. S., Nikolaenko M. S., Samochernikh K. A.* Tumor progression of diffuse median glioma with H3 K27 alteration from pilocytic astrocytoma to glioblastoma. *Arkh Patol.* 2022;(84):40–46. Doi: 10.17116/PATOL20228406140. EDN: GVCATC.
 40. *Alpers C. E., Davis R. L., Wilson C. B.* Persistence and late malignant transformation of childhood cerebellar astrocytoma. Case report. *J Neurosurg.* 1982;(57):548–551. Doi: 10.3171/JNS.1982.57.4.0548 Available from: <https://thejns.org/view/journals/j-neurosurg/57/4/article-p548.xml> [Accessed 09 December 2024].
 41. *Dirks P. B., Jay V., Becker L. E. et al.* Development of anaplastic changes in low-grade astrocytomas of childhood. *Neurosurgery.* 1994;(34):68–78. Doi: 10.1097/00006123-199401000-00010. Available from: https://journals.lww.com/neurosurgery/abstract/1994/01000/development_of_anaplastic_changes_in_low_grade.10.aspx [Accessed 09 December 2024].
 42. *Ishibashi K., Inoue T., Fukushima H. et al.* Pediatric thalamic glioma with H3F3A K27M mutation, which was detected before and after malignant transformation: a case report. *Childs Nerv Syst.* 2016;(32):2433–2438. Doi: 10.1007/S00381-016-3161-8. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00381-016-3161-8> [Accessed 09 December 2024].
 43. *Jay V., Squire J., Becker L. E., Humphreys R.* Malignant transformation in a ganglioglioma with anaplastic neuronal and astrocytic components. Report of a case with flow cytometric and cytogenetic analysis. *Cancer.* 1994;(11):2862–2868. Doi: 10.1002/1097-0142(19940601)73:11<2862::aid-cnrcr2820731133>3.0.co;2-5. Available from: [https://acsjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/1097-0142\(19940601\)73:11%3C2862::AID-CNCR2820731133%3E3.0.CO%3B2-5](https://acsjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/1097-0142(19940601)73:11%3C2862::AID-CNCR2820731133%3E3.0.CO%3B2-5) [Accessed 09 December 2024].
 44. *Zoeller G. K., Brathwaite C. D., Sandberg D. I.* Malignant transformation of an optic pathway glioma without prior radiation therapy. *J Neurosurg Pediatr.* 2010;(5):507–510. Available from: <https://thejns.org/pediatrics/view/journals/j-neurosurg-pediatr/5/5/article-p507.xml> [Accessed 09 December 2024]. Doi: 10.3171/2009.12.PEDS09173.
 45. *Winograd E., Pencovich N., Yalon M. et al.* Malignant transformation in pediatric spinal intramedullary tumors: case-based update. *Childs Nerv Syst.* 2012;(28):1679–1686. Doi: 10.1007/S00381-012-1851-4. EDN: RJICAN.
 46. *Unal E., Koksak Y., Cimen O. et al.* Malignant glioblastomatous transformation of a low-grade glioma in a child. *Childs Nerv Syst.* 2008;(24):1385–1389. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00381-008-0716-3> [Accessed 09 December 2024]. Doi: 10.1007/S00381-008-0716-3.
 47. *Ueda F., Aburano H., Yoshie Y. et al.* Malignant transformation of diffuse infiltrating glial neoplasm after prolonged stable period initially discovered with hypothalamic hamartoma. *Neurol Neurochir Pol.* 2015;(49):441–445. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0028384315001401> [Accessed 09 December 2024]. Doi: 10.1016/J.PJNNS.2015.08.003.
 48. *Schwartz A. M., Ghatak N. R.* Malignant transformation of benign cerebellar astrocytoma. *Cancer.* 1990;(65):333–336. Doi: 10.1002/1097-0142(19900115)65:2<333::aid-cnrcr2820650225>3.0.co;2-3. Available from: [https://acsjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/1097-0142\(19900115\)65:2%3C333::AID-CNCR2820650225%3E3.0.CO;2-3](https://acsjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/1097-0142(19900115)65:2%3C333::AID-CNCR2820650225%3E3.0.CO;2-3) [Accessed 09 December 2024].
 49. *Parsa C. F., Givrad S.* Juvenile pilocytic astrocytomas do not undergo spontaneous malignant transformation: grounds for designation as hamartomas. *Br J Ophthalmol.* 2008;(92):40–46. Doi: 10.1136/BJO.2007.125567. Available from: <https://bjoo.bmj.com/content/92/1/40> [Accessed 09 December 2024].
 50. *Mano Y., Kumabe T., Shibahara I. et al.* Dynamic changes in magnetic resonance imaging appearance of dysembryoplastic neuroepithelial tumor with or without malignant transformation. *J Neurosurg Pediatr.* 2013;(11):518–525. Doi: 10.3171/2013.1.PEDS11449. Available from: <https://thejns.org/pediatrics/view/journals/j-neurosurg-pediatr/11/5/article-p518.xml> [Accessed 09 December 2024].
 51. *Kleinman G. M., Schoene W. C., Walshe T. M., Richardson E. P.* Malignant transformation in benign cerebellar astrocytoma. Case report. *J Neurosurg.* 1978;(49):111–118. Doi: 10.3171/JNS.1978.49.1.0111. Available from: <https://thejns.org/view/journals/j-neurosurg/49/1/article-p111.xml> [Accessed 09 December 2024].
 52. *Kim N. R., Wang K. C., Bang J. S. et al.* Glioblastomatous transformation of ganglioglioma: case report with reference to molecular genetic and flow cytometric analysis. *Pathol Int.* 2003;(53):874–882. Doi: 10.1046/J.1440-1827.2003.01574.X. EDN: EUGZGB.
 53. *Law I., Albert N. L., Arbizu J. et al.* Joint EANM/EANO/RANO practice guidelines/SNMMI procedure standards for imaging of gliomas using PET with radiolabelled amino acids and [18F]FDG: version 1.0. *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* 2019;(46):540–557. Doi: 10.1007/S00259-018-4207-9. EDN: ZKOKOE.
 54. *Artzi M., Gershov S., Ben-Sira L. et al.* Automatic segmentation, classification, and follow-up of optic pathway gliomas using deep learning and fuzzy c-means clustering based on MRI. *Med Phys.* 2020;(47):5693–5701. Doi: 10.1002/MP.14489.
 55. *Perwein T., Gielen G. H., Kandels D. et al.* LGG-32. Malignant transformation of pediatric low-grade glioma to secondary high-grade glioma – report from the german brain tumor studies. *Neuro Oncol.* 2024;(26). Doi: 10.1093/NEUONC/NOAE064.424. Available from: https://academic.oup.com/neuro-oncology/article/26/Supplement_4/7694939 [Accessed 09 December 2024].
 56. *Iyad N. S., Ahmad M., Alkhatib S. G., Hjouj M.* Gadolinium contrast agents- challenges and opportunities of a multidisciplinary approach: Literature review. *Eur J Radiol Open* 11. 2023. Doi: 10.1016/J.EJRO.2023.100503. EDN: XAHQNS.

57. Иова А. С., Гармашов Ю. А., Крюков Е. Ю. и др. Транскраниальная ультрасонография (некоторые вопросы истории и место в современной нейромедицине) // Лучевая диагностика и терапия. 2022. Т. 13, № 1. С. 165–165. [Iova A. S., Garamashov Yu. A., Kryukov E. Yu. et

al. Transcranial ultrasound (some issues of history and place in modern neuromedicine. Luchevaya diagnostika i terapiya = Diagnostic radiology and radiotherapy. 2022;13(1S):164–165. (In Russ.)]. Doi: 10.22328/2079-5343. EDN: AAWPOG DOI: 10.22328/2079-5343.

Сведения об авторах

Данил Александрович Козырев – врач-нейрохирург Детского городского многопрофильного клинического специализированного центра высоких медицинских технологий (Санкт-Петербург, Россия); ассистент кафедры детской невропатологии и нейрохирургии Северо-Западного государственного медицинского университета им. И. И. Мечникова (Санкт-Петербург, Россия);

Евгений Юрьевич Крюков – доктор медицинских наук, врач-нейрохирург Детского городского многопрофильного клинического специализированного центра высоких медицинских технологий (Санкт-Петербург, Россия); профессор, заведующий кафедрой детской невропатологии и нейрохирургии Северо-Западного государственного медицинского университета им. И. И. Мечникова (Санкт-Петербург, Россия);

Рена Сакит кызы Кулиева – врач-нейрохирург Детского городского многопрофильного клинического специ-

ализированного центра высоких медицинских технологий (Санкт-Петербург, Россия);

Юрий Сергеевич Добровенко – врач-нейрохирург, аспирант кафедры детской невропатологии и нейрохирургии, заведующий научно-исследовательской лабораторией «Инновационные технологии медицинской навигации» Северо-Западного государственного медицинского университета им. И. И. Мечникова (Санкт-Петербург, Россия);

Александр Сергеевич Иова – доктор медицинских наук, врач-нейрохирург, научный руководитель нейрохирургической службы Детского городского многопрофильного клинического специализированного центра высоких медицинских технологий (Санкт-Петербург, Россия); профессор кафедры детской невропатологии и нейрохирургии Северо-Западного государственного медицинского университета им. И. И. Мечникова (Санкт-Петербург, Россия).

Information about the authors

Danil A. Kozыrev – Neurosurgeon, Children's City Multidisciplinary Clinical Specialized Center of High Medical Technologies (St. Petersburg, Russia); Assistant at the Department of Pediatric neurology and neurosurgery, North-Western State Medical University named after I. I. Mechnikov (St. Petersburg, Russia);

Eugeny Yu. Krukov – Dr. of Sci. (Med.), Neurosurgeon, Children's City Multidisciplinary Clinical Specialized Center of High Medical Technologies (St. Petersburg, Russia); Professor, Head at the Department of Pediatric Neurology and Neurosurgery, North-Western State Medical University named after I. I. Mechnikov (St. Petersburg, Russia);

Rena S. Kulieva – Neurosurgeon, Children's City Multidisciplinary Clinical Specialized Center of High Medical Technologies (St. Petersburg, Russia);

Yurii S. Dobrovenko – Neurosurgeon, Postgraduate Student, Head of the Research Laboratory “Innovative Technologies of Medical Navigation”, North-Western State Medical University named after I. I. Mechnikov (St. Petersburg, Russia);

Alexander S. Iova – Dr. of Sci. (Med.), Neurosurgeon, Scientific Director at the Neurosurgical Service, Children's City Multidisciplinary Clinical Specialized Center of High Medical Technologies (St. Petersburg, Russia); Professor at the Department of Pediatric Neurology and Neurosurgery, North-Western State Medical University named after I. I. Mechnikov (St. Petersburg, Russia).

Принята к публикации 29.11.2024

Accepted 29.11.2024