



КЛИНИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ И КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Краткое сообщение

УДК 616-002.828

<https://doi.org/10.52560/2713-0118-2023-5-69-81>

Диссеминированный мукоормикоз у ребенка с острым лимфобластным лейкозом (клиническое наблюдение)

Екатерина Сергеевна Щелканова¹, Галина Викторовна Терещенко²,
Алексей Сергеевич Краснов³

^{1,2,3} ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр детской гематологии, онкологии и иммунологии им. Дмитрия Рогачева» Минздрава России, Москва, Россия

¹ Dr.Shelkanova@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0002-3582-8783>

² Galina.Tereshenko@fccho-moscow.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7317-7104>

³ Alexey.Krasnov@fccho-moscow.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1099-9332>

Автор, ответственный за переписку: Екатерина Сергеевна Щелканова,
Dr.Shelkanova@yandex.ru

Резюме

Мукоормикоз является редкой инвазивной грибковой инфекцией, наиболее часто наблюдаемой у пациентов с онкогематологическими заболеваниями при получении химиотерапевтического лечения, особенно в нейтропенической фазе. Ранняя диагностика и вовремя начатое лечение чрезвычайно важны для улучшения прогноза и выживаемости пациента.

В данной статье мы представляем клинический случай с очень редким вариантом диссеминированного мукоормикоза с вовлечением селезенки и средостения у ребенка 21 месяца, обусловленного *Lichtheimia spp.*

Ключевые слова: лучевая диагностика, мукоормикоз, лейкоз, множественные абсцессы

Для цитирования: Щелканова Е. С., Терещенко Г. В., Краснов А. С. Диссеминированный мукоормикоз у ребенка с острым лимфобластным лейкозом (клиническое наблюдение) // Радиология — практика. 2023;(5):69-81. <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2023-5-69-81>

© Щелканова Е. С., Терещенко Г. В., Краснов А. С., 2023

CLINICAL REVIEWS AND SHORT REPORTS

Short report

Disseminated Mucormycosis in a Child with Acute Lymphoblastic Leukemia (Case Report)

Ekaterina S. Shchelkanova¹, Galina V. Tereshchenko², Alexey S. Krasnov³

^{1,2,3}Dmitry Rogachev National Medical Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology, of Ministry of Healthcare of the Russia, Moscow, Russia

¹Dr.Shelkanova@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0002-3582-8783>

²Galina.Tereshenko@fccho-moscow.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7317-7104>

³Alexey.Krasnov@fccho-moscow.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1099-9332>

Corresponding author: Ekaterina S. Shchelkanova, Dr.Shelkanova@yandex.ru

Abstract

Mucormycosis is a rare invasive fungal infection most commonly seen in patients with oncological and hematological diseases, when receiving chemotherapy treatment especially in the neutropenic phase. Early diagnosis and timely initiation of treatment are extremely important to improve the prognosis and survival of the patient.

In this article, we present a clinical case of a very rare variant of disseminated mucormycosis with involvement of the spleen and mediastinum in a 21-month-old child due to *Lichtheimia* spp.

Keywords: Radiology, Mucormycosis, Leukemia, Multiple Abscesses

For citation: *Shchelkanova E. S., Tereshchenko G. V., Krasnov A. S.* Disseminated mucormycosis in a child with acute lymphoblastic leukemia (case report). *Radiology – Practice*. 2023;5: 69-81. (In Russ.). <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2023-5-69-81>

Актуальность

Мукормикоз — это редкая инвазивная микотическая инфекция. Одним из факторов, предрасполагающих к ее развитию, является снижение иммунитета у онкогематологических пациентов, получающих химиотерапевтическое и иммуносупрессивное лечение [19]. Он вызывается разнообразными видами грибов порядка Mucorales, включая роды *Rhizopus*, *Rhizomucor*, *Mucor* и другие [9].

Мукормикозные инфекции характеризуются обширной ангиоинвазией, которая приводит к тромбозу сосудов и последующему некрозу. Эта ангиоинвазия, вероятно, способствует гемато-

генному распространению инфекции по организму, поражая другие органы-мишени [18]. А ишемический некроз инфицированных тканей, в свою очередь, также может препятствовать доставке лейкоцитов и противогрибковых средств к очагам инфекции, что снижает эффективность терапии [18].

Главными факторами риска инвазивного мукормикоза являются: неконтролируемый сахарный диабет, гематологические злокачественные новообразования (в частности, острый лейкоз), трансплантации гемопоэтических стволовых клеток и паренхиматозных органов, нейтропения и терапия глюко-

кортикостероидами [10]. Также наблюдается связь между фактором риска и развитием определенных форм мукормикоза, к примеру, пациенты с диабетическим кетоацидозом подвержены высокому риску развития риноцеребрального мукормикоза, а пациенты с лейкозом — диссеминированным формам [10].

Ранняя диагностика и вовремя начатое лечение чрезвычайно важны для улучшения прогноза и выживаемости пациента. Исследования показывают, что, к примеру, отсроченная терапия амфотерицином В на 6 и более дней приводит к повышению смертности в 2 раза [5]. У больных с лейкозом диагностированная микотическая инфекция может привести к задержке или прерыванию противолейкозной терапии, что также повышает риск смертельного исхода.

В статье представлен клинический случай системного поражения грибами рода *Lichtheimia* у пациента с острым лимфобластным лейкозом (ОЛЛ).

Клинический случай

Пациент Ч., 21 месяц (2021 г. р.), поступил в специализированное учреждение 29 декабря 2022 г. с направительным диагнозом «острый лимфобластный лейкоз, В2 иммуновариант с миелоидным клоном», который был установлен по месту жительства в конце декабря 2022 г.

Физикальное обследование при поступлении в ФГБУ «НМИЦ ДГОИ им. Дмитрия Рогачева» Минздрава России выявило единичные афты на мягком нёбе и гепатоспленомегалию, в остальном без отклонений. Сохранялись жалобы на кашель и фебрилитет. Из очагов инфекции наблюдалась инфильтрация мягких тканей на месте стояния бывшего центрального венозного катетера, из крови в дальнейшем получили высеv *Staphylococcus epidermidis*.

Инициальная мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) ор-

ганов грудной клетки без контрастного усиления с использованием стандартного протокола для детей с использованием анестезиологического пособия от 3 января 2023 г. не выявила патологических изменений.

С 5 января 2023 г. ребенок начал терапию по протоколу ОЛЛ МБ 2015 для группы D1.

6 января присоединились жалобы на неустойчивый стул, посев кала на условно-патогенную микрофлору выявил рост *Candida albicans*. С 9 января ребенку в терапию был включен противогрибковый препарат каспофунгин 30 мг 1 р/д внутривенно. Состояние стабилизировалось.

На фоне комбинированной противoinфекционной терапии с 25 января у пациента возобновилась лихорадка, и для поиска очагов инфекции ребенку было назначено МСКТ органов грудной клетки, где были выявлены инфильтративные изменения с формированием участков консолидации легочной ткани в верхних долях обоих легких и в прикорневых отделах S7 правого легкого максимальным размером 19 × 18 мм. Заключение: КТ-картина течения двухсторонней полисегментарной пневмонии (рис. 1).

С 28 января кратность лихорадки увеличилась до 4 р/сут. Появились эрозии на твердом нёбе и щеках — мукозит. Пациенту каспофунгин был заменен на вориконазол 110 мг 2 р/д.

На следующий день (3 февраля) появились жалобы на многократный жидкий стул с частицами непереваренной пищи до 8 раз в сутки, лихорадка сохранялась. Позже присоединилась боль в животе спастического характера.

5 февраля отмечалось появление эпизодов снижения сатурации до 92–93 %, к вечеру сатурация упала до 89–91 %, частота дыхательных движений составила 60 в минуту. В связи с развитием дыхательной недостаточности на фоне течения двухсторонней пнев-

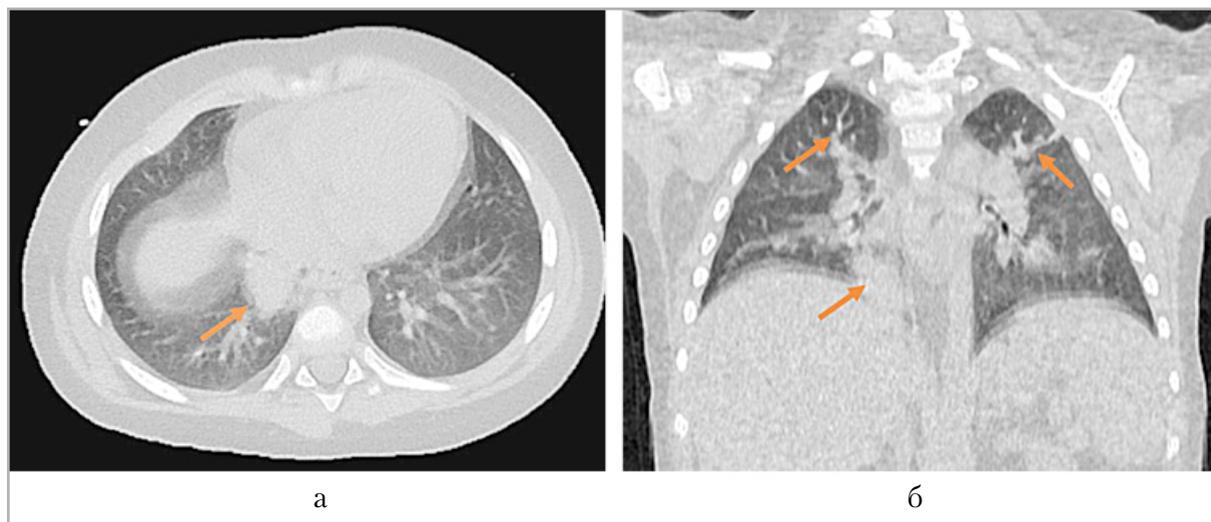


Рис. 1. Мультиспиральные компьютерные томограммы органов грудной клетки без контрастного усиления: *а* — аксиальная плоскость; *б* — корональная плоскость. КТ-картина течения инфекционного процесса в S7 правого легкого и в верхних долях обоих легких (*оранжевые стрелки*)

монии смешанной этиологии (грибковой — галактоманн положительный от 30.01.2023, бактериальной — высев из БАЛ от 02.02.2023 *Enterococcus faecium* и *Staphylococcus haemolyticus*, вирусной — высев из БАЛ от 02.02.2023 CMV и HHV VI) пациент был переведен в отделение реанимации и интенсивной терапии. В тот же день провели повторную

МСКТ грудной клетки, где визуализировалось увеличение ранее выявленных участков консолидации легочной ткани с формированием зон инфильтрации размером до 29 × 30 мм; появление двухстороннего гидроторакса, более выраженного справа (рис. 2).

В терапию был добавлен амфотерицин В 60 мг 1 р/д.

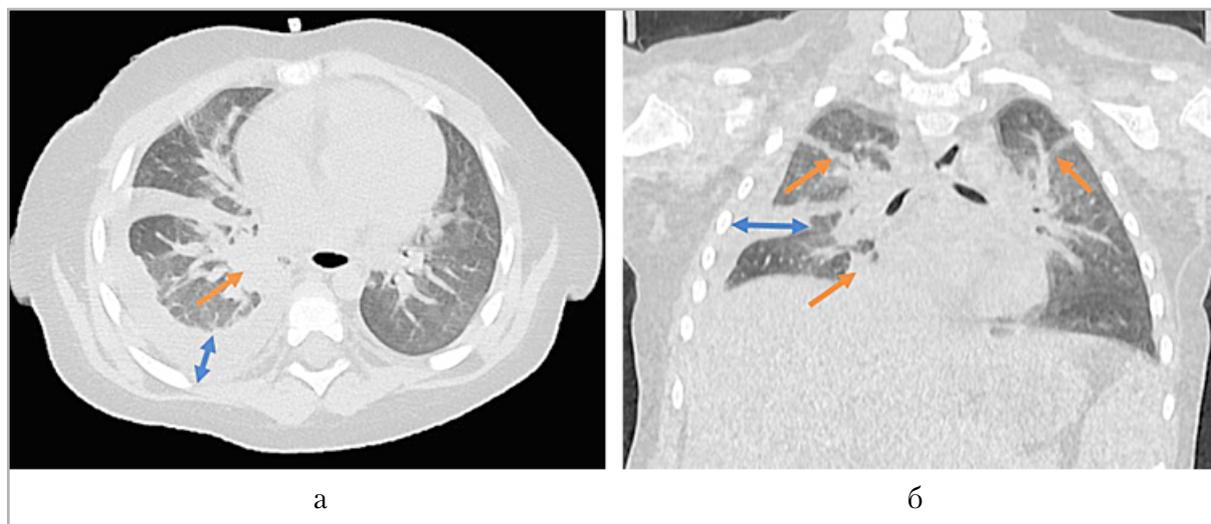


Рис. 2. Повторные мультиспиральные компьютерные томограммы органов грудной клетки без контрастного усиления, оценка динамики процесса на фоне коррекции терапии: *а* — аксиальная плоскость; *б* — корональная плоскость. КТ-картина течения инфекционного процесса в верхних долях обоих легких и в прикорневых отделах S7 правого легкого, более выраженная в динамике (*оранжевые стрелки*). Двухсторонний гидроторакс (*двойная синяя стрелка*)

После стабилизации состояния (нивелирование признаков дыхательной недостаточности, нормализация стула, однократный субфебрилитет) и переводе 8 февраля ребенка в отделение онкогематологии на УЗИ органов брюшной полости от 11 февраля выявили изменения в структуре печени за счет наличия множественных, местами сливающихся, аваскулярных, разнокалиберных, гиперэхогенных участков неправильной формы с четкими и местами неровными контурами; в структуре селезенки подкапсульно визуализировалось аваскулярное округлое образование средней эхогенности с гипоехогенным ободком, с достаточно четкими и неровными контурами, неоднородной структуры (рис. 3).

Для уточнения характера выявленных изменений была выполнена МСКТ органов грудной клетки и брюшной полости под наркозом с внутривенным болюсным введением контрастного вещества Визипак 320 из расчета 2 мл на кг веса и скоростью 2 мл/сек, на котором определялись следующие рентгенологические признаки: в S7 правого легкого, перибронховаскулярно до диафрагмы, определяется полостное образование, накапливающее контрастный препарат по периферии, размерами до $27 \times 24 \times$

29 мм; аналогичное образование в области бифуркации трахеи размерами до 13×9 мм. Структура печени неоднородная за счет округлых гиподенсивных образований, накапливающих контрастный препарат по периферии, в S2 и S3 до 16 мм и 23 мм соответственно. В селезенке определяется гиподенсивное образование неправильной формы, с достаточно четкими, неровными контурами размерами до 50×31 мм. Выявленные изменения были интерпретированы как соответствующие множественным абсцессам: в правом легком, области бифуркации трахеи, печени и селезенке (рис. 4, 5).

Пациент с острым лимфобластным лейкозом прервал индукцию в связи с течением инфекционных осложнений.

Через 7 дней с целью контроля хода противогрибковой терапии было повторно выполнено МСКТ с контрастным усилением. По данным рентгенологического заключения состояние расценено как «без отрицательной динамики» (рис. 5).

Для уточнения причины выявленных изменений 25 февраля была проведена пункционная биопсия абсцесса печени. По данным микроскопии с окраской калькофлюор белый (КФБ) выявлен несептированный мицелий. Был

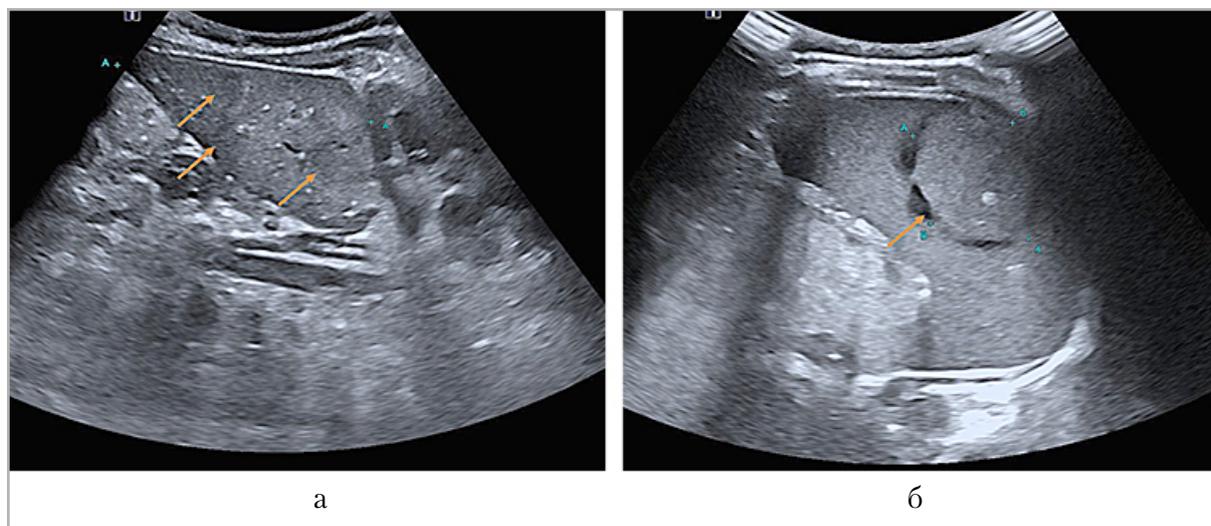


Рис. 3. Эхограммы органов брюшной полости: *а* — множественные очаговые изменения паренхимы печени (*оранжевые стрелки*); *б* — единичное образование селезенки (*стрелка*)

заподозрен мукормикоз. С целью усиления противогрибковой терапии было решено усилить амфотерицин В комбинацией с изавуконазолом в дозе 10 мг/кг с нагрузочной дозой 30 мг/кг/сут. Доза амфотерицина В была увеличена с 5 до 7 мг/кг через день.

В конце марта на фоне получаемой терапии и для контроля лечения было проведено МСКТ органов грудной клетки и брюшной полости. На МСКТ отмечается уменьшение размеров ранее выявленных абсцессов, кроме селезенки. В селезенке определялись периферически расположенные очаги, которые

распространялись за капсулу селезенки и инвазировали левый купол диафрагмы (рис. 5).

Учитывая высокий риск разрыва капсулы селезенки и ассоциированного с ним кровотечения, было проведено оперативное лечение: лапароскопически ассистированная спленэктомия; резекция левой половины купола диафрагмы от 05.04.2023 г.

Операционный материал передан вновь для проведения гистологических и электронно-микроскопических исследований, где вновь были выявлены гифы несептированного мицелия и

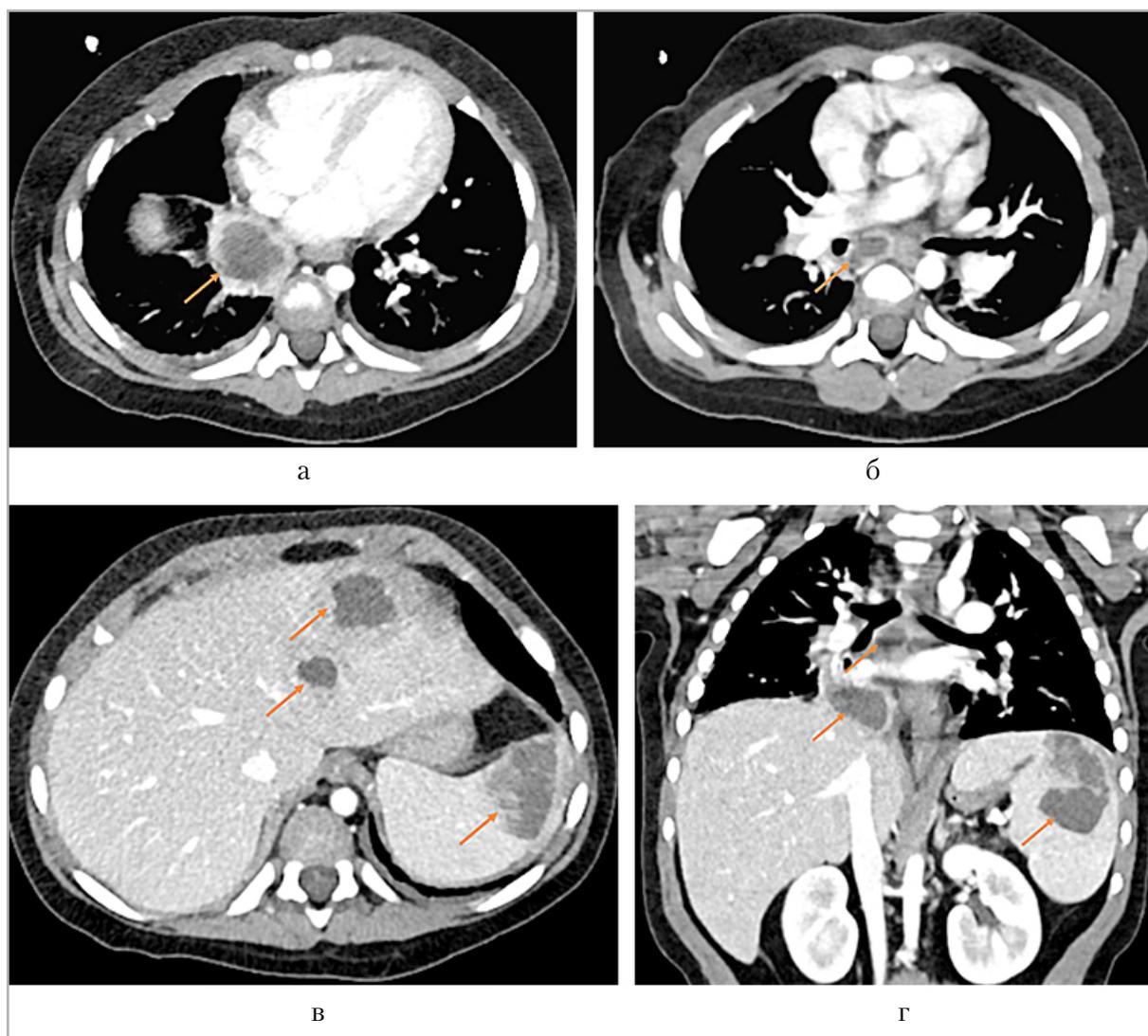


Рис. 4. Мультиспиральные компьютерные томограммы органов грудной клетки и брюшной полости с внутривенным контрастированием, венозная фаза: *а, б, в* — аксиальная плоскость; *г* — корональная плоскость: КТ-картина абсцессов правого легкого и области бифуркации трахеи, печени и селезенки (оранжевые стрелки)

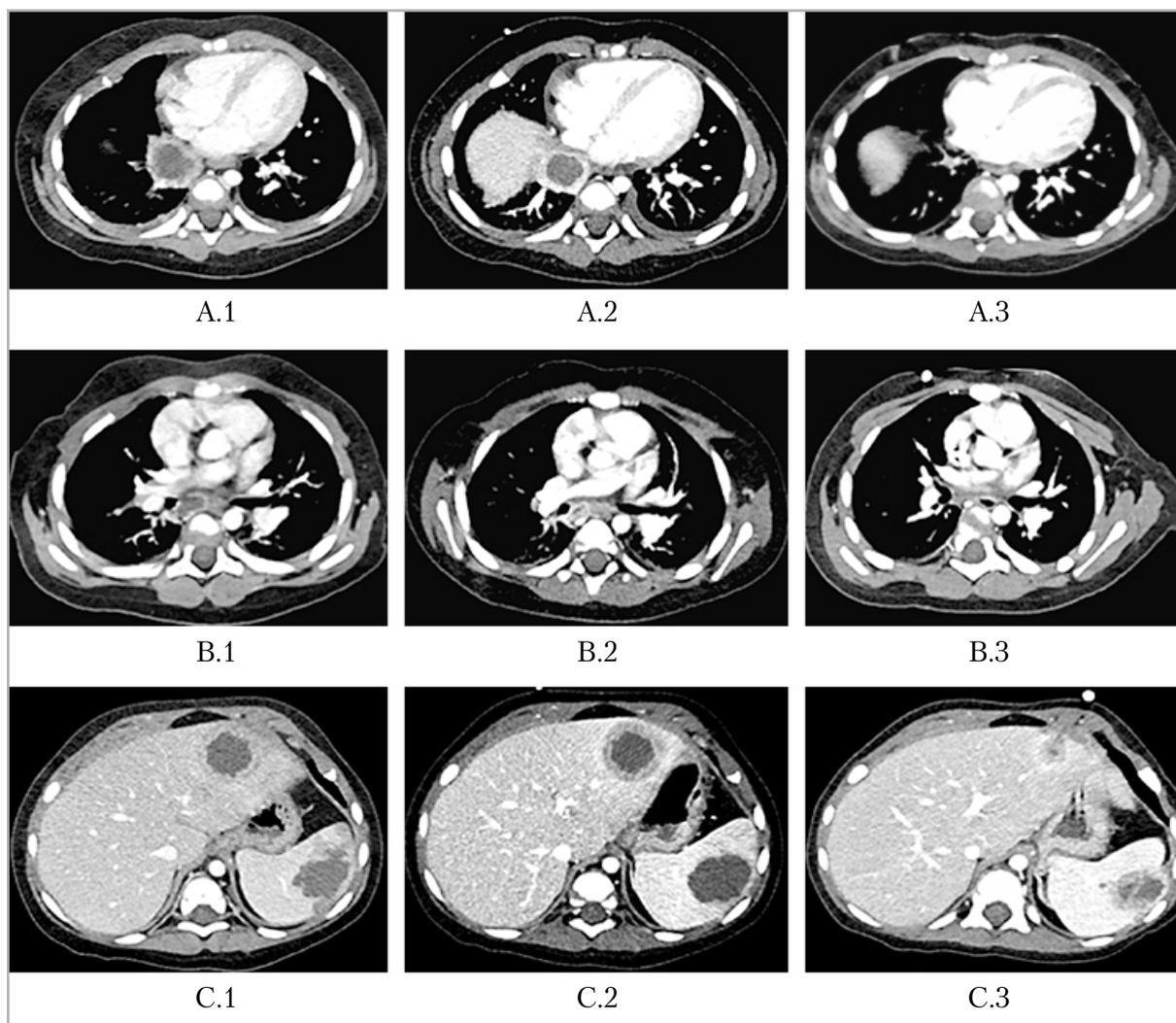


Рис. 5. Мультиспиральные компьютерные томограммы органов грудной клетки и брюшной полости с внутривенным контрастированием, венозная фаза, в аксиальной плоскости. Динамика очагов в: (А.1 – А.3) правом легком; (В.1 – В.3) заднем нижнем средостении; (С.1 – С.3) печени и селезенке

диагностирован мукормикоз, обусловленный *Lichtheimia* spp.

По данным контрольного МСКТ органов грудной клетки и брюшной полости от конца апреля инфекционные очаги с положительной динамикой: разрешение абсцессов в нижней доле правого легкого, средостении и в паренхиме печени. В S7 правого легкого (в месте абсцесса) визуализируется участок тяжистой деформации легочного интерстиция. Селезенка оперативно удалена (рис. 6).

Состояние пациента улучшилось, пациент возобновил химиотерапевтическое лечение ОЛЛ.

Обсуждение

Виды *Rhizopus*, *Mucor* и *Lichtheimia* вызывают от 70 до 80 % всех случаев мукормикоза, при этом виды *Lichtheimia* занимают второе и третье место по распространенности в Европе и США соответственно, а по результатам исследования, проведенного в Санкт-Петербурге, *Lichtheimia* занимает уже первое место и в 42 % случаев является возбудителем мукормикоза [2, 6].

В зависимости от клинической картины и поражения определенных анатомических структур мукормикоз можно разделить как минимум на

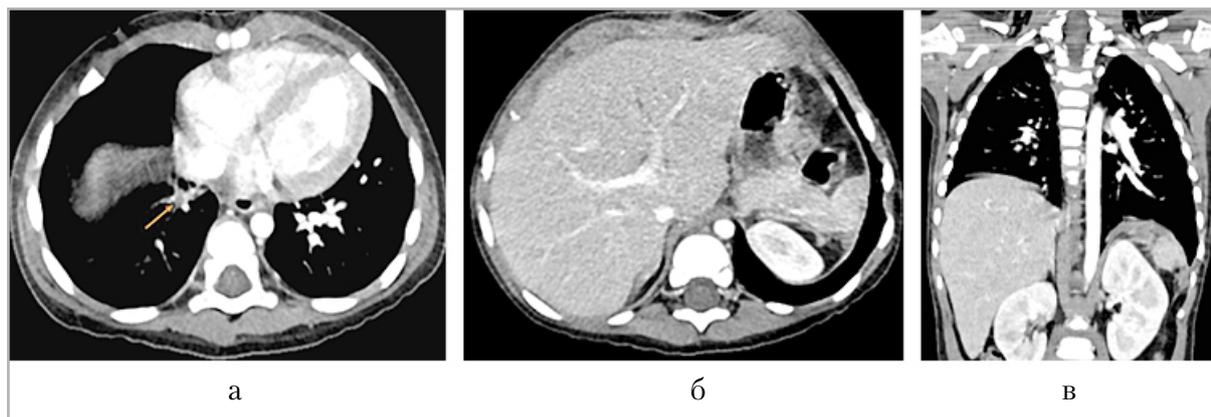


Рис. 6. Мультиспиральные компьютерные томограммы органов грудной клетки и брюшной полости с внутривенным контрастированием, венозная фаза: *а, б* — аксиальная плоскость; *в* — корональная плоскость. Разрешение абсцессов в нижней доле правого легкого, в средостении и в паренхиме печени. Селезенка удалена. Участок тяжистой деформации легочной паренхимы на месте абсцесса (*оранжевая стрелка*)

шесть клинических категорий: риноцеребральный, легочный, кожный, желудочно-кишечный, диссеминированный и смешанный [18]. По одним данным, самая распространенная локализация — это паренхима легких, по другим — это риноцеребральная, а именно околоносовые пазухи [1, 17].

Легочный мукормикоз может развиться в результате аспирации грибов, гематогенного или лимфогенного распространения. Клинические симптомы мукормикоза легких крайне неспецифичны и могут включать в себя одышку, кашель, лихорадку и кровохарканье [14].

КТ-признаки инфекции крайне вариабельны. На ранних стадиях диагностики в легких часто визуализируется участок сниженной пневматизации по типу «матового стекла», который в дальнейшем консолидируется или превращается в узел, а также может формировать специфический симптом в виде «ореола» или «обратного ореола». Участок поражения легких, как правило, имеет периваскулярное расположение, что может приводить к некрозу очага. У некоторых пациентов с тяжелым течением заболевания определяется КТ-картина многоочаговой пневмонии,

что является диагностически неблагоприятным фактором [3].

В 2019 г. Соорег и соавт. провели обзор литературы и выявили 12 случаев медиастинального мукормикоза [7], а в период с 2019 по 2021 г. было описано еще 4 случая [15]. К сожалению, только трое из этих 16 пациентов выжили. Сообщаемые осложнения включали развившийся пневмоперикард, полную блокаду сердца, острую параплегию, синдром верхней полой вены, перикардальный выпот, перфорацию бронхов, паралич голосовых связок и бронхомедиастиальный свищ с развитием кровотечения. Среди них был описан один случай пациента 69 лет с диагнозом «лимфобластный лейкоз», у которого были неспецифические симптомы в виде фибрилляции предсердий, гипотонии, плеврального выпота слева и острой параплегии. Диагноз «мукормикоз средостения» был поставлен постмортально.

Также были описаны 3 случая в педиатрической практике у детей в возрасте 22 месяцев, 8 и 15 лет, основные диагнозы были упомянуты только у первого и третьего ребенка: рецидивирующая бронхиальная обструкция и сахарный диабет 1 типа с развитием ке-

тоацидоза [7]. В широком доступе мы не нашли сведений относительно случаев мукомикоза средостения у детей с гематологическими злокачественными новообразованиями.

Мукомикоз, ограниченный печенью, встречается крайне редко, чаще как проявление диссеминированного процесса. Состояние больных часто ухудшается, могут отмечаться желтуха, боли в животе и болезненность в правом подреберье. При обследовании может обнаруживаться повышение билирубина, щелочной фосфатазы и трансаминаз [12].

В нашем случае мукомикоз печени проявился множественными абсцессами в обеих долях в виде округлых гиподенсивных образований, по периферии накапливающих контрастный препарат. Гиподенсивные участки представляют собой некротизированную ткань из-за ангиоинвазии и/или грибкового тромбоза [12].

В июле 2023 г. появились результаты большого национального исследования, проведенного во Франции на базе шести французских больниц в период с 2008 по 2019 г., которое выявило 114 случаев легочного мукомикоза. Авторы исследования пришли к выводам, что диссеминация легочного мукомикоза происходит в 40 % случаев, среди них поражение селезенки встречается в 48 % [8].

Клинические симптомы мукомикоза селезенки неспецифичны и могут проявляться болью в верхней левой части живота и сопровождаться лихорадкой [13].

При поражении селезенки могут наблюдаться идентичные абсцессам в печени гиподенсивные участки с периферическим контрастированием или гиподенсивные участки треугольной формы, представляющие инфаркт ткани селезенки [13], также описаны случаи с образованием псевдоаневризмы селезеночной артерии [16], с инвазией в левый

купол диафрагмы и с поражением 10–11 ипсилатеральных ребер слева [11].

Основная сложность дифференциальной диагностики состоит в том, что бактериальный и микотический диссеминированные абсцессы на МСКТ имеют неспецифическую рентгенологическую картину, а один из основных клинических критериев — это лихорадка без ответа на комбинированную антибактериальную терапию. Сейчас появляются исследования сравнений МРТ-картины абсцессов, где есть данные о том, что при грибковом абсцессе может наблюдаться ограничение диффузии взвешенных изображений (DWI) [4]. На данный момент окончательный диагноз может поставить только гистологическая оценка с проведением секвенирования.

Заключение

Мукомикоз представляет собой опасную для жизни инфекцию у пациентов с ослабленным иммунитетом.

Мукомикоз встречается крайне редко, а его диагностика неспецифична и вариабельна, только совокупность факторов риска, клинических симптомов, лабораторных анализов и рентгенологической картины позволяют заподозрить диагноз, а биопсия его подтвердить.

МСКТ-диагностика не заменяет гистопатологическую оценку очагов из-за неспецифичности рентгенологических симптомов.

В нашем клиническом случае длительная терапия амфотерицином В и изавуконазолом без хирургического вмешательства успеха не имела. И только сочетание этих методов привело в итоге к успеху лечения диссеминированного мукомикоза.

Список источников

1. Климко Н. Н., Хостелиди С. Н., Шадринова О. В и др. Инвазивный мукомикоз у онкогематологических больных (результаты проспективного исследования)

- // Онкогематология. 2017;12(2):1422. DOI: 10.17650/1818834620171221422
- Хостелиди С. Н., Шадривова О. В., Борзова Ю. В. и др. Клинико-лабораторные особенности мукоормикоза у взрослых // Проблемы медицинской микологии. 2020. Т. 22(2). С. 22–28. DOI: 10.24412/1999-6780-2020-2-22-28
 - Agrawal R., Yeldandi A., Savas H. et al. Pulmonary Mucormycosis: Risk Factors, Radiologic Findings, and Pathologic Correlation. *Radiographics*. 2020 May-Jun;40(3):656-666. DOI: 10.1148/rg.2020190156. Epub 2020 Mar 20. PMID: 32196429.
 - Batool S. M., Mubarak F., Enam S. A. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging may be useful in differentiating fungal abscess from malignant intracranial lesion: Case report. *Surg. Neurol. Int.* 2019 Jan 25;10:13. DOI: 10.4103/sni.sni_300_18. PMID: 30788184; PMCID: PMC6367948.
 - Chamilos G., Lewis R. E., Kontoyiannis D. P. Delaying Amphotericin B-Based Frontline Therapy Significantly Increases Mortality among Patients with Hematologic Malignancy Who Have Zygomycosis. *Clinical Infectious Diseases*. Vol. 47. Issue 4. 15 August 2008. P. 503–509, <https://doi.org/10.1086/590004>
 - Chen L., Peng W., Lan G. et al. The application of metagenomic next-generation sequencing in patients with infection or colonization caused by *Lichtheimia* species. *Front. Cell. Infect. Microbiol.* 2023 Mar 28;13:1103626. DOI: 10.3389/fcimb.2023.1103626. PMID: 37056706; PMCID: PMC10087083.
 - Cooper J. D., Gotoff R. A., Foltzer M. A., Carter R. A., Walsh T. J. Mediastinal mucormycosis: case report, review of literature and treatment with continuous liposomal amphotericin B irrigation. *Mycoses*. 2019;62(9):739–745. DOI: 10.1111/myc.12922
 - Coste A., Conrad A., Porcher R., Poiree S. et al. French Mycosis Study Group. Improving diagnosis of pulmonary mucormycosis: leads from a contemporary national study of 114 cases. *Chest*. 2023 Jul 5: S0012-3692(23)00946-7. DOI: 10.1016/j.chest.2023.06.039
 - Hernandez J. L., Buckley C. J. Mucormycosis. 2023 Jun 12. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan. PMID: 31335084.
 - Jeong W., Keighley C., Wolfe R. et al. The epidemiology and clinical manifestations of mucormycosis: a systematic review and meta-analysis of case reports. *Clin. Microbiol. Infect.* 2019;25(1):26-34.
 - Kalogerakos P. D., Kiparakis M., Pavlaki K., Pontikoglou C., Lazopoulos G., Chalkiadakis G. Thoracoabdominal Resection of Mucormycosis Lesions in a Leukemic Patient. *Ann. Thorac. Surg.* 2018 Nov;106(5):e239-e241. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2018.04.066
 - Khan A. A., Kumaran V., Jain D., Siraj F., Aggarwal S. Hepatic mucormycosis in a patient of acute lymphoblastic leukemia: a case report with literature review. *Indian J. Hematol. Blood Transfus.* 2013 Jun; 29(2):96-8. DOI: 10.1007/s12288-012-0148-9. PMID: 24426347; PMCID: PMC3636350.
 - Luo S., Huang X., Li Y., Wang J. Isolated splenic mucormycosis secondary to diabetic ketoacidosis: a case report. *BMC Infect. Dis.* 2022 Jul 7;22(1):596. DOI: 10.1186/s12879-022-07564-3. PMID: 35799111; PMCID: PMC9264645.
 - Mekki S. O., Hassan A. A., Falemban A. et al. Pulmonary Mucormycosis: A Case Report of a Rare Infection with Potential Diagnostic Problems. *Case Rep. Pathol.* 2020 Jan 6;2020:5845394. DOI: 10.1155/2020/5845394. PMID: 31970007; PMCID: PMC6973180.
 - Nadeem A. M., Wahla A. S., Al-Tarifi A. Invasive Mediastinal Mucormycosis with Pulmonary and Cardiac Involvement in an Adult with Chronic Granulomatous Disease: Case Report and Review of the Literature. *Eur. J. Case Rep. Intern. Med.* 2021 May 5;8(5):002435.

- DOI: 10.12890/2021_002435. PMID: 34123938; PMCID: PMC8191362.
16. Nevitt P., Das Narla L., Hingsberge E. Mucormycosis resulting in a pseudoaneurysm in the spleen. *Pediatric Radiology*. 2001;31:115-116. <https://doi.org/10.1007/s002470000383>
 17. Roden M. M., Zaoutis T. E., Buchanan W. L. et al. Epidemiology and outcome of zygomycosis: a review of 929 reported cases. *Clin. Infect. Dis.* 2005 Sep 1;41(5):634-53. DOI: 10.1086/432579. PMID: 16080086.
 18. Skiada A., Lass-Floerl C., Klimko N, Ibrahim A., Roilides E., Petrikkos G. Challenges in the diagnosis and treatment of mucormycosis. *Med Mycol*. 2018 Apr 1;56(suppl_1):93-101. DOI: 10.1093/mmy/myx101. PMID: 29538730; PMCID: PMC6251532.
 19. Yang N., Zhang L., Feng S. Clinical Features and Treatment Progress of Invasive Mucormycosis in Patients with Hematological Malignancies. *J. Fungi (Basel)*. 2023 May 19;9(5):592. DOI: 10.3390/jof9050592. PMID: 37233303; PMCID: PMC10219352.
 1. Klimko N. N., Khostelidi S. N., Shadrivova O. V et al. Mucormycosis in oncohematology patients (results of the prospective study). *Oncohematology*. 2017; 12(2):14-22. (In Russ.). <https://doi.org/10.17650/1818-8346-2017-12-2-14-22>
 2. Khostelidi S. N., Shadrivova O. V., Borzova Ju. V. et al. Clinical and laboratory features of mucormycosis in adults. *Problems in medical mycology*. 2020. Vol. 22 (2). P. 22–28. (In Russ.). DOI: 10.24412/1999-6780-2020-2-22-28
 3. Agrawal R., Yeldandi A., Savas H. et al. Pulmonary Mucormycosis: Risk Factors, Radiologic Findings, and Pathologic Correlation. *Radiographics*. 2020 May-Jun;40(3): 656-666. DOI: 10.1148/rg.2020190156. Epub 2020 Mar 20. PMID: 32196429.
 4. Batool S. M., Mubarak F., Enam S. A. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging may be useful in differentiating fungal abscess from malignant intracranial lesion: Case report. *Surg. Neurol. Int.* 2019 Jan 25;10:13. DOI: 10.4103/sni.sni_300_18. PMID: 30788184; PMCID: PMC6367948.
 5. Chamilos G., Lewis R. E., Kontoyiannis D. P. Delaying Amphotericin B–Based Frontline Therapy Significantly Increases Mortality among Patients with Hematologic Malignancy Who Have Zygomycosis. *Clinical Infectious Diseases*. V. 47. Issue 4. 15 August 2008. Pages 503–509. <https://doi.org/10.1086/590004>
 6. Chen L., Peng W., Lan G. et al. The application of metagenomic next-generation sequencing in patients with infection or colonization caused by *Lichtheimia* species. *Front Cell Infect Microbiol*. 2023 Mar 28;13:1103626. DOI: 10.3389/fcimb.2023.1103626. PMID: 37056706; PMCID: PMC10087083.
 7. Cooper J. D., Gotoff R. A., Foltzer M. A., Carter R. A., Walsh T. J. Mediastinal mucormycosis: case report, review of literature and treatment with continuous liposomal amphotericin B irrigation. *Mycoses*. 2019;62(9):739-745. DOI: 10.1111/myc.12922
 8. Coste A., Conrad A., Porcher R., Poiree S. et al. French Mycosis Study Group. Improving diagnosis of pulmonary mucormycosis: leads from a contemporary national study of 114 cases. *Chest*. 2023 Jul 5:S0012-3692(23)00946-7. DOI: 10.1016/j.chest.2023.06.039
 9. Hernandez J. L., Buckley C. J. Mucormycosis. 2023 Jun 12. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan. PMID: 31335084.
 10. Jeong W., Keighley C., Wolfe R. et al. The epidemiology and clinical manifestations of mucormycosis: a systematic review and meta-analysis of case reports. *Clin. Microbiol. Infect*. 2019;25(1):26-34.
 11. Kalogerakos P. D., Kiparakis M., Pavlaki K., Pontikoglou C., Lazopoulos G., Chal-

- kiadakakis G. Thoracoabdominal Resection of Mucormycosis Lesions in a Leukemic Patient. *Ann. Thorac. Surg.* 2018 Nov; 106(5):e239-e241. DOI: 10.1016/j.athoracsurg.2018.04.066
12. Khan A. A., Kumaran V., Jain D., Siraj F., Aggarwal S. Hepatic mucormycosis in a patient of acute lymphoblastic leukemia: a case report with literature review. *Indian J. Hematol. Blood Transfus.* 2013 Jun; 29(2):96-8. DOI: 10.1007/s12288-012-0148-9. PMID: 24426347; PMCID: PMC3636350.
13. Luo S., Huang X., Li Y., Wang J. Isolated splenic mucormycosis secondary to diabetic ketoacidosis: a case report. *BMC Infect. Dis.* 2022 Jul 7;22(1):596. DOI: 10.1186/s12879-022-07564-3. PMID: 35799111; PMCID: PMC9264645.
14. Mekki S. O., Hassan A. A., Falemban A. et al. Pulmonary Mucormycosis: A Case Report of a Rare Infection with Potential Diagnostic Problems. *Case Rep. Pathol.* 2020 Jan 6;2020:5845394. DOI: 10.1155/2020/5845394. PMID: 31970007; PMCID: PMC6973180.
15. Nadeem A. M., Wahla A. S., Al-Tarifi A. Invasive Mediastinal Mucormycosis with Pulmonary and Cardiac Involvement in an Adult with Chronic Granulomatous Disease: Case Report and Review of the Literature. *Eur. J. Case Rep. Intern. Med.* 2021 May 5;8(5):002435. DOI: 10.12890/2021_002435. PMID: 34123938; PMCID: PMC8191362.
16. Nevitt P., Das Narla L., Hingsberge E. Mucormycosis resulting in a pseudoaneurysm in the spleen. *Pediatric Radiology.* 2001;31:115-116. <https://doi.org/10.1007/s002470000383>
17. Roden M. M., Zaoutis T. E., Buchanan W. L. et al. Epidemiology and outcome of zygomycosis: a review of 929 reported cases. *Clin Infect Dis.* 2005 Sep 1;41(5):634-53. DOI: 10.1086/432579. PMID: 16080086.
18. Skiada A., Lass-Floerl C., Klimko N, Ibrahim A., Roilides E., Petrikos G. Challenges in the diagnosis and treatment of mucormycosis. *Med. Mycol.* 2018 Apr 1;56(suppl_1):93-101. DOI: 10.1093/mmy/myx101. PMID: 29538730; PMCID: PMC6251532.
19. Yang N., Zhang L., Feng S. Clinical Features and Treatment Progress of Invasive Mucormycosis in Patients with Hematological Malignancies. *J. Fungi (Basel).* 2023 May 19;9(5):592. DOI: 10.3390/jof9050592. PMID: 37233303; PMCID: PMC10219352.

Сведения об авторах / Information about the authors

Щелканова Екатерина Сергеевна, врач-ординатор рентгенологического отделения ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр детской гематологии, онкологии и иммунологии им. Дмитрия Рогачева» Минздрава России, Москва, Россия.

117997, Москва, ул. Саморы Машела, д. 1.
+7 (495) 287-65-70 (доб. 1220).

Вклад автора: обзор публикаций по теме статьи, подготовка текста рукописи, подготовка списка литературы.

Shchelkanova Ekaterina S., Resident Doctor of Department Radiation Diagnosis of Dmitry Rogachev National Medical Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology, Ministry of Healthcare of Russia, Moscow, Russia.

1, ul. Samory Mashela, Moscow, 117997, Russia.
+7 (495) 287-65-70 (add. 1220)

Author's contribution: review of publications on the topic of the article, writing the text of the article, preparation of a list of references.

Терещенко Галина Викторовна, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отдела лучевой диагностики, заведующая рентгенологическим отделением ФГБУ «НМИЦ ДГОИ им. Дмитрия Рогачева» Минздрава России, Москва, Россия.

117997, Москва, ул. Саморы Машела, д. 1.
+7 (495) 287-65-70 (доб. 1220)

Вклад автора: утверждение окончательного варианта публикации.

Tereshchenko Galina V., Ph.D., Senior Researcher and Head of Radiology department, Dmitry Rogachev National Medical Research Center Of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology, Ministry of Healthcare of Russia, Moscow, Russia.

1, ul. Samory Mashela, Moscow, 117997, Russia.
+7 (495) 287-65-70 (add. 1220)

Author's contribution: approval of the final version of the publication.

Краснов Алексей Сергеевич, врач-рентгенолог, научный сотрудник отдела лучевой диагностики ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр детской гематологии, онкологии и иммунологии им. Дмитрия Рогачева» Минздрава России, Москва, Россия.

117997, Москва, ул. Саморы Машела, д. 1.
+7 (495) 287-65-70 (доб. 1220)

Вклад автора: редактирование текста рукописи.

Krasnov Alexey S., Radiologist, Researcher of Department Radiation Diagnosis of Dmitry Rogachev National Medical Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology, Ministry of Healthcare of Russia, Moscow, Russia.

1, ul. Samory Mashela, Moscow, 117997, Russia.
+7 (495) 287-65-70 (add. 1220)

Author's contribution: editing the text of the manuscript.

Финансирование исследования и конфликт интересов

Исследование не финансировалось какими-либо источниками. Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов. Мнения, изложенные в статье, принадлежат авторам рукописи. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Research funding and conflict of interest

The study was not funded by any sources. The authors state that this work, its topic, subject and content do not affect competing interests. The opinions expressed in the article belong to the authors of the manuscript. The authors confirm the compliance of their authorship with the international ICMJE criteria (all authors have made a significant contribution to the development of the concept, the preparation of the article, read and approved the final version before publication).

Статья поступила в редакцию 23.08.2023;
одобрена после рецензирования 18.09.2023;
принята к публикации 21.09.2023.

The article was submitted 23.08.2023;
approved after reviewing 18.09.2023;
accepted for publication 21.09.2023.