

DOI: 10.24835/1607-0763-2018-5-45-54

Лучевая диагностика мукормикоза легких

Косичкина А.Б.^{1*}, Мищенко А.В.¹, Кулева С.А.¹, Доровских Г.Н.^{2, 3},
Буровик И.А.¹, Артемьева А.С.¹, Петрова А.С.¹, Гарибян С.А.¹, Бойко Н.В.¹,
Козырева К.С.¹, Калинин П.С.¹

¹ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

² Кафедра лучевой диагностики ПДО ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого» Минздрава России, Красноярск, Россия

³ БУЗ ОО «Городская клиническая больница скорой медицинской помощи №1», Омск, Россия

Radiological diagnosis of pulmonary mucormycosis

Kosichkina A.B.^{1*}, Mishchenko A.V.¹, Kuleva S.A.¹, Dorovskikh G.N.^{2, 3},
Burovik I.A.¹, Artemyeva A.S.¹, Petrova A.S.¹, Gharibyan S.A.¹, Boyko N.V.¹,
Kozyreva K.S.¹, Kalinin P.S.¹

¹ National Medical Research Center of Oncology named after N.N. Petrov, St. Petersburg, Russia

² Krasnoyarsk state medical university named after Professor V.F. Voyno-Yasenetsky, Krasnoyarsk, Russia

³ Omsk City Emergency Hospital №1, Omsk

Мукормикоз легких – редко встречающаяся оппортунистическая инфекция, вызванная грибами, которые относятся к порядку *Mucorales* класса *Zygomycetes*. Основными факторами риска развития заболевания являются сахарный диабет и глубокая нейтропения. В последние годы отмечается рост частоты встречаемости мукормикоза, что связывают с более широким применением агрессивных схем химиотерапии, в том числе возрастным пациентам, а также увеличением числа трансплантаций стволовых клеток крови. Заболевание характеризуется тяжелым течением с быстрой генерализацией и высокой летальностью. Применение лучевых методов диагностики – первый способ обследования пациента при подозрении на инфекционный процесс. Выявление характерных признаков мукормикоза позволяет лечащему врачу назначать дальнейшие исследования и поставить ранний диагноз, что в свою очередь значительно улучшает прогноз заболевания.

Ключевые слова: мукормикоз, зигомикоз, микоз, инфекционные осложнения, пневмония, иммунокомпromетированные пациенты, пациенты с нейтропенией, компьютерная томография.

Ссылка для цитирования: Косичкина А.Б., Мищенко А.В., Кулева С.А., Доровских Г.Н., Буровик И.А., Артемьева А.С., Петрова А.С., Гарибян С.А., Бойко Н.В., Козырева К.С., Калинин П.С. Лучевая диагностика мукормикоза легких. *Медицинская визуализация*. 2018; 22 (5): 45–54.
DOI: 10.24835/1607-0763-2018-5-45-54.

Pulmonary mucormycosis is a rare opportunistic fungal infection, caused by *Zygomycetes*, order *Mucorales*. Poorly controlled diabetes mellitus and neutropenia are main risk factors. In recent years, the incidence of mucormycosis is increasing, due to widespread use of aggressive chemotherapy, including schemes for elder patients and increasing amount of stem cell transplantation. The disease is characterised by severe course, rapid spread and high mortality rates. Radiological diagnostics is first line methods in detecting infectious process in patients. Detecting specific features helps physician in early diagnosis and improve outcome of disease.

Key words: mucormycosis, zygomycosis, mycosis, infectious complications, pneumonia, immunocompromised patients, patients with neutropenia, computed tomography.

Recommended citation: Kosichkina A.B., Mishchenko A.V., Kuleva S.A., Dorovskikh G.N., Burovik I.A., Artemyeva A.S., Petrova A.S., Gharibyan S. A., Boyko N.V., Kozyreva K.S., Kalinin P.S. Radiological diagnosis of pulmonary mucormycosis. *Medical Visualization*. 2018; 22 (5): 45–54. DOI: 10.24835/1607-0763-2018-5-45-54.

Введение

Мукормикоз – инвазивный микоз, вызванный грибами, которые относятся к порядку *Mucorales* класса *Zygomycetes*. Грибы класса *Zygomycetes*



распространены повсеместно. Они обитают в почве, часто встречаются в гниющих отходах и пищевых продуктах, особенно в хлебе и зерне [1]. Представители семейства *Mucorales* могут быть выявлены в лаборатории в качестве контаминантов или загрязнителей исследуемого материала или среды.

Главный путь проникновения зигомикетов в организм больного – дыхательный. Например, неоднократно отмечали вспышки риноцеребральной или легочной формы зигомикоза у рабочих, участвовавших в раскопках, строительстве или контактировавших с загрязненными фильтрами кондиционеров. Мелкий размер спор способствует распространению по воздуху на большие расстояния [2].

Вторым по частоте является чрескожный путь проникновения зигомикетов: места инъекций, особенно у наркоманов, а также при нанесении татуировок, укусах насекомых, ожогах, мацерации. Возможно проникновение зигомикетов в желудочно-кишечный тракт вместе с продуктами питания (с ферментированным молоком, с высушенными хлебными изделиями, с алкогольными напитками, полученными из зерна), а также при приеме загрязненных спорами фито- или гомеопатических средств. Отмечали также проникновение в организм спор через загрязненный инструментарий, используемый при различных манипуляциях (инъекции, введение зондов, взятие соскобов и т.д.), что особенно актуально у онкологических пациентов [3].

Мукормикоз – редко встречающееся заболевание по сравнению с другими оппортунистическими микозами, такими как кандидоз и аспергиллез. По данным аутопсий в стационарах многопрофильных лечебных учреждений экономически развитых стран зигомикоз выявляют в 1–5 случаях на 10 000 вскрытий [4]. Однако у больных с факторами риска частота встречаемости мукормикоза, известного также как зигомикоз*, существенно выше.

Так, по данным G. Petrikos и соавт. (2012), доля мукормикоза составляет 8,3–17% от общего

числа грибковых инфекций у пациентов с гематологическими заболеваниями [7]. В исследовании J. Bourcier и соавт. (2017) приводятся сведения об увеличении вероятности развития мукормикоза среди онкогематологических пациентов в последние десятилетия с 0,1 до 8% [8]. Рост частоты встречаемости мукормикоза среди больных гемобластозами связывают с увеличением продолжительности жизни у данной группы пациентов при применении современной терапии, а также с широким использованием профилактики аспергиллеза антимикотиками, неактивными в отношении зигомикет [9].

Основными клиническими формами заболевания являются следующие: синусит (39%), поражение легких (24%), кожи (19%) и диссеминированный процесс (23%). Летальность зависит от клинической формы и фонового заболевания и составляет, по данным разных исследователей, от 36 до 85% [10].

Наиболее распространенные факторы риска мукормикоза – сахарный диабет, гемобласты, выраженная нейтропения, трансплантация органов и тканей, длительное применение высоких доз глюкокортикоидов и дефероксамина [11]. При данных состояниях происходит нарушение фагоцитоза нейтрофилами, тканевыми макрофагами и эндотелиальными клетками. Фагоцитоз является основным механизмом защиты против зигомикетов. После проникновения инфекции в органы возникает повреждение артерий с развитием тромбоза и некроза окружающих тканей.

Выделяют 5 основных клинических вариантов заболевания: риноцеребральный или риноорбитocereбральный (≈50% всех случаев), легочный (≈20%), кожный (≈10%), гастроинтестинальный (≈10%) и диссеминированный, а также другие, более редкие типы [1].

Форма заболевания, как правило, связана с факторами риска. Мукормикоз легких (МЛ) чаще встречается у пациентов с гемобластомами и может быть представлен изолированным поражением или диссеминированным процессом с вовлечением легких, что наблюдается с одинаковой частотой. Клиническая картина МЛ не специфична и включает лихорадку, одышку и кашель, реже боли в груди [12]. Ангиоинвазивный процесс в легких завершается некрозом паренхимы, который при инвазии крупного кровеносного сосуда может привести к массивному кровотечению и летальному исходу. Если МЛ не диагностируют своевременно, процесс распространяется гематогенно на другие органы. Летальность при генерализованном процессе варьирует от 50 до 95% [13].

*Термин “зигомикоз” используется в самом широком смысле для любой инфекции, вызванной членами *Zygomycetes*. Некоторые авторы предпочитают применять термины “мукормикоз” и “энтомофторомикоз”, чтобы описать микозы, вызванные членами *Mucorales* и *Entomophthorales* соответственно. Последние, главным образом, являются причиной поражений слизистой носа и подкожной клетчатки [5]. Кроме того, недавняя таксономическая реклассификация отменяет *Zygomycetes* как класс, поэтому термин “мукормикоз” более предпочтителен [6].

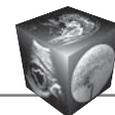


Рис. 1. Рост возбудителя мукормикоза *Lichtheimia corymbifera* в посевах ткани легкого больного В-крупноклеточной лимфомой и мукормикозом.

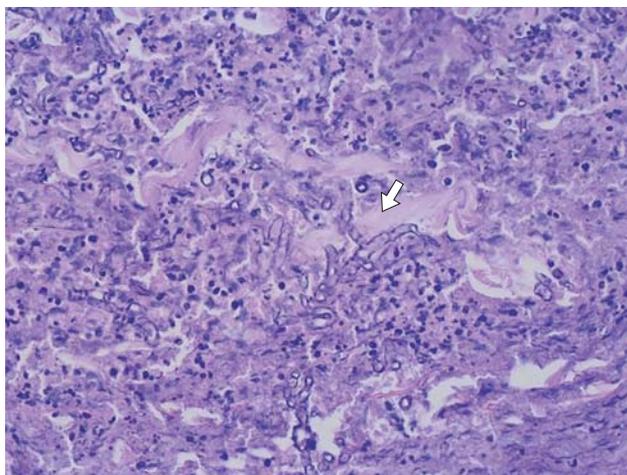


Рис. 2. Гистологический препарат ткани легкого больного В-крупноклеточной лимфомой и мукормикозом. Окраска гематоксилин-эозином. $\times 200$. Несептированный мицелий, ветвящийся под прямым углом (стрелка).

Очень высокая смертность при мукормикозе требует незамедлительной и точной диагностики. Основными критериями при постановке диагноза являются клинические или рентгенологические признаки локальной инфекции в сочетании с выявлением зигомиецетов при микроскопии, гистологическом исследовании и/или посевах материала из очага поражения (рис. 1). Возбудитель очень редко выделяют в посевах крови даже при диссеминированном мукормикозе, поэтому именно микроскопия материала из очагов поражения, по-

лученного при бронхоскопии и биопсии, является основным условием раннего диагноза (рис. 2).

Многообещающей представляется молекулярная диагностика МЛ, однако на данный момент метод требует стандартизации и не имеет широкого применения в клинической практике. В нескольких исследованиях при применении полимеразной цепной реакции (ПЦР) чувствительность диагностики достигала 81–90%, что позволило установить диагноз в среднем на 3 дня раньше, чем при использовании стандартных методов. Авторы предполагают, что положительные результаты ПЦР в сочетании с характерной картиной при компьютерной томографии (КТ) могут стать новым стандартом диагностики [8, 14–16].

Как и при инвазивных микозах другой этиологии, в соответствии с критериями European Organization for Research and Treatment of Cancer/Invasive Fungal Infections Cooperative Group and the National Institute of Allergy and Infectious Diseases Mycoses Study Group (EORTC/MSG, 2008) устанавливается возможный, вероятный и доказанный мукормикоз [17].

Современные рекомендации лечения МЛ подчеркивают необходимость применения хирургического метода и незамедлительного начала противогрибковой терапии первой линии – липидных форм амфотерицина В. В качестве резервного препарата рекомендуется позаконазол. Кроме того, необходимо устранить факторы риска, например для гематологических пациентов применяется колониестимулирующий фактор гранулоцитов [18].

Раннее начало соответствующей терапии оказывает непосредственное влияние на исход заболевания. Так, G. Chamilos и соавт. (2008) показали, что назначение амфотерицина В в течение первых 5 дней после диагностирования МЛ достоверно улучшает выживаемость пациентов в течение 12 нед по сравнению с результатами при иницировании терапии после 6-го дня болезни (83% против 49% соответственно) [19].

Методы лучевой диагностики мукормикоза

Для диагностики МЛ применяют традиционную рентгенографию грудной клетки (РГК), КТ и магнитно-резонансную томографию (МРТ).

РГК – повсеместно доступный и недорогой метод диагностики с небольшой эффективной дозой, который, однако, имеет общепризнанную низкую информативность в ранней диагностике инфекционных осложнений у иммунокомпрометированных пациентов [20, 21]. С другой стороны, при тяжелом состоянии больного рентгеногра-



фия, выполненная в палате, может быть единственным доступным способом визуализации.

В исследовании Н.Р. McAdams и соавт. (1997) первичная РГК была выполнена 32 пациентам с мукормикозом с последующими контрольными исследованиями у 24 пациентов. Первым проявлением заболевания наиболее часто была лобарная или сегментарная консолидация паренхимы (47%) без преобладания той или иной локализации, а у половины пациентов с поражением нескольких долей. У трети больных выявлялся небольшой единичный инфильтрат, редко встречались очаговые изменения, которые в большинстве случаев имели нечеткие контуры. Более чем у 40% пациентов на первой рентгенограмме визуализировались полости распада, однако симптом полумесяца встречался только в 12% случаев. У 28% пациентов отмечались плевральный выпот с одной или двух сторон и увеличение внутригрудных лимфоузлов [22]. В том же исследовании при выполнении КТ у 53% пациентов были выявлены изменения, не определяемые на рентгенограммах, среди которых встречались фокальные или диффузные участки уплотнения паренхимы с симптомом гало (СГ), более того, в четверти случаев полученные при КТ результаты меняли тактику лечения. Среди таких находок были гематогенная диссеминация, псевдоаневризма легочной артерии, эндобронхиальные массы и экстрапульмональная инвазия.

МРТ в диагностике МЛ позволяет визуализировать поражение паренхимы легких, инфильтрацию грудной стенки и структур средостения. Метод является альтернативой КТ в распознавании инвазии крупных сосудов при наличии противопоказаний к введению йодсодержащего контрастного препарата [23]. В исследовании М.М. Hammer и соавт. (2018) при МРТ легких у нескольких пациентов с МЛ был выявлен признак, который авторы назвали симптомом “черной дыры”, находка представляет собой полное отсутствие накопления контрастного препарата в зоне поражения. У 2 пациентов определялся гипointенсивный ободок на T2ВИ по периферии очага или инфильтрата, вероятно, представляющий собой компоненты крови при геморрагическом инфаркте, хотя, возможно, он отражает мицелий грибов, в котором сконцентрированы такие металлы, как железо, магний и марганец [24]. В настоящий момент в литературе встречаются единичные случаи использования МР-визуализации при МЛ, необходимы дальнейшее накопление материала и анализ полученных результатов для оценки чувствительности и специфичности метода.

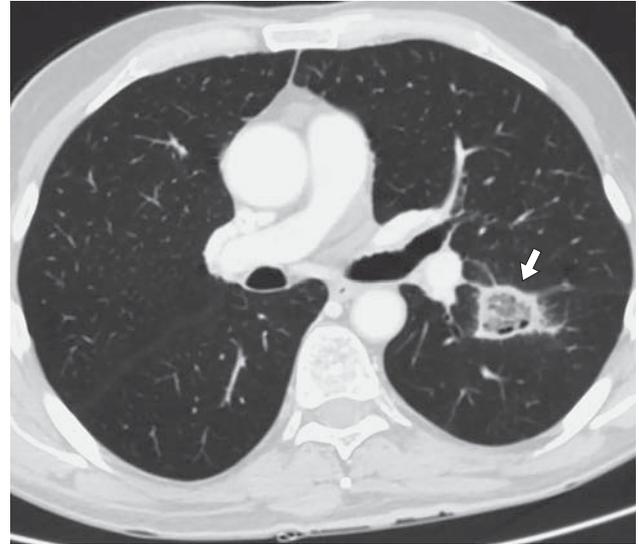


Рис. 3. Компьютерная томограмма груди, аксиальный срез. Больной К., 56 лет. Первичная медиастинальная В-крупноклеточная лимфома. Состояние после ВХТ с ауто-ТГСК. Постцитостатическая панцитопения. В S_{I-II} и S_{VI} левого легкого определяется зона УПМС с консолидацией паренхимы по периферии – СОГ (стрелка).

Обобщая вышеизложенное, можно отметить, что КТ в настоящий момент является наиболее эффективным способом лучевой диагностики МЛ.

КТ в диагностике мукормикоза

В исследовании М.М. Hammer и соавт. (2018) были проанализированы результаты КТ 30 пациентов с мукормикозом. У 20% пациентов за 1–2 нед до развернутой картины инфекции в легких определялись периваскулярные участки уплотнения по типу матового стекла (УПМС) в областях, где в последующем сформировалась консолидация или солидный очаг. У 67 и 57% больных при первой КТ выявлялись очаговые изменения или консолидация соответственно, а в 23% случаев имелись и те, и другие изменения. У большинства пациентов (63%) изменения носили множественный характер. Средний размер участка консолидации составил 42 мм, при этом была отмечена меньшая выраженность симптома воздушной бронхографии по сравнению с картиной при бактериальной инфекции. Симптом обратного гало (СОГ), обозначающий центральную зону УПМС с консолидацией паренхимы по периферии, выявлялся у 60% пациентов (рис. 3). Другой характерный симптом – большое гало, когда зона “матового стекла” шире солидной части поражения, был отмечен у 53% больных. Кроме того, в 87% случаев имелось периферическое распределение изменений в легких [24].

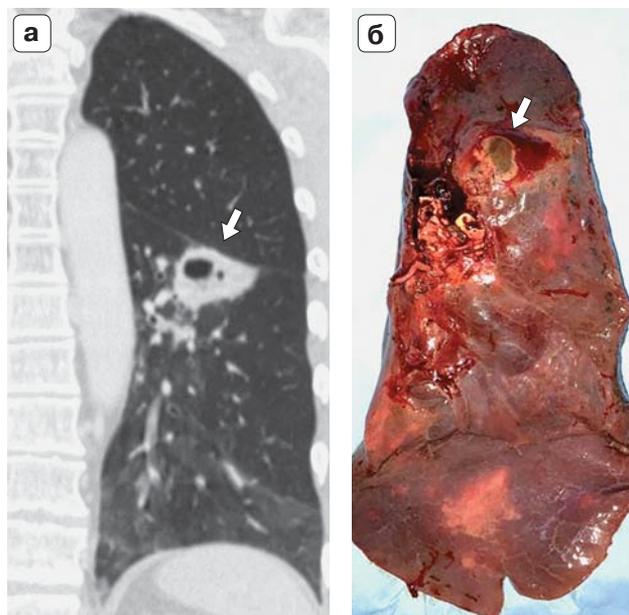
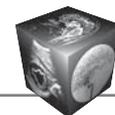


Рис. 4. КТ груди, фронтальная MPR-реконструкция (а), макропрепарат нижней доли левого легкого (б) больного В-крупноклеточной лимфомой и мукоромикозом. В S_{VI} левого легкого в области ранее определяемого СОГ формируется полость распада (а – стрелка). Поражение представлено очагом некроза с инфильтрацией и кровоизлиянием по периферии (б – стрелка).

В недавнем исследовании Vo Da Nam и соавт. (2018) проанализировали данные первичной и контрольных КТ у 20 иммунокомпрометированных пациентов с мукоромикозом. При первичном обследовании у 90% больных были выявлены очаги или участки консолидации, окруженные зоной матового стекла, т.е. СГ. При контрольных исследованиях у 87% пациентов визуализировались различные комбинации СОГ с центральной зоной некроза и/или с симптомом полумесяца, появление которых наблюдалось при восстановлении нормального числа нейтрофилов в сыворотке крови (рис. 4) [25].

По данным S.P. Georgiadou (2011), у 71% пациентов при повторных исследованиях в области СОГ сформировалась полость распада [26]. В подобном исследовании J.Y. Choo и соавт. (2014) также показали эволюцию СГ и СОГ, выявленных при первичном сканировании, в очаг/консолидацию с центральным некрозом [27].

В исследовании D. Caillot и соавт. (2018) у 20 из 25 гематологических больных с мукоромикозом при первичной КТ был выявлен единичный очаг поражения и у 23 пациентов визуализировался СОГ. При повторных исследованиях в периоды на 1–7-й, 8–15-й день и после 15-го дня от первой КТ СОГ определялся в 100, 75 и 27% случаев соответственно [28].

По данным J. Bourcier и соавт. (2017), СОГ чаще встречается у пациентов с глубокой и длительной нейтропенией ($<0,5 \cdot 10^9$ нейтрофилов в 1 л в течение более 10 дней), чем у больных без выраженного снижения числа нейтрофилов (78% против 31% случаев). Авторы считают, что наличие признаков инфекции и СОГ при КТ у данной группы пациентов требует начала соответствующей противогрибковой терапии [8].

СОГ был описан более 30 лет назад при криптогенной организуемой пневмонии и долгое время строго ассоциировался с этим заболеванием [29]. Позднее стало известно, что данный признак также может визуализироваться при инфаркте легких в результате тромбоэмболии легочной артерии, при инвазивном аспергиллезе (ИА), гранулематозных болезнях, особенно при туберкулезе и саркоидозе, реже при пневмоцистной пневмонии, эозинофильной пневмонии, аденокарциноме и паракокцидиомикозе [30, 31]. При КТ дифференциальной диагностике вышеперечисленных заболеваний помогает визуализация ретикулярных изменений в зоне матового стекла при СОГ, что более характерно для мукоромикоза [8, 32–34].

В клинической практике основными заболеваниями, с которыми приходится дифференцировать МЛ, как правило, являются ИА легких и другие более редкие микозы, которые требуют разной тактики лечения. Возрастающая частота и тяжесть течения грибковых инфекций обуславливают активный поиск технологии ранней дифференциальной диагностики микозов. Выявление при КТ специфических симптомов также рассматривается как потенциально эффективная методика. Так, в исследовании H. Wahba и соавт. (2008) были проанализированы данные КТ легких 132 пациентов с ИА, МЛ и фузариозом. В результате СОГ встречался у 19% больных с МЛ, менее чем в 1% случаев при ИА и не выявлялся при фузариозе. В то же время сочетание МЛ с ИА наблюдалось в 20–22% [35].

По данным Jung J. и соавт. (2015), СОГ определялся у 54% пациентов с МЛ и 6% с ИА, а признаки поражения бронхиального дерева, такие как утолщение стенок и перибронхиальные очаги и инфильтраты, были более характерны для больных с ИА легких [36]. С. Legouge и соавт. (2013) утверждают, что СОГ строго ассоциирован с МЛ [37].

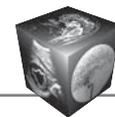
Таким образом, СОГ является характерным признаком МЛ при КТ и с высокой вероятностью позволяет предположить правильный диагноз у пациентов с факторами риска. Дальнейшая эволюция симптома включает очаги и инфильтраты с полостями распада. При выявлении подобных рентгенологических признаков необходимо про-



ведение микробиологических или молекулярных исследований для подтверждения диагноза и незамедлительного начала терапии с применением липидных форм амфотерицина В и рассмотрения вопроса о хирургическом лечении. Данный алгоритм ведения пациентов с МЛ является общепризнанным и позволяет достичь благоприятного исхода у большого числа пациентов [8, 15].

Список литературы

1. Аравийский Р.А., Клишко Н.Н., Васильева Н.В. Диагностика микозов. СПб.: СПбМАПО, 2004. 185 с.
2. Ribes J.A., Vanover-Sams C.L., Baker D.J. Zygomycetes in human disease. *Clin. Microbiol. Rev.* 2000; 13: 236–301.
3. Хостелиди С.Н. Главное о зигомикозе (обзор). *Проблемы медицинской микологии.* 2006; 8 (4): 8–18.
4. Thajeb P., Thajeb T., Dai D. Fatal strokes in patients with rhino-orbito-cerebral mucormycosis and associated vasculopathy. *Scand. J. Infect. Dis.* 2004; 36: 643–648.
5. Goodman & Rinaldi 1991, <http://www.rusmedserv.com/mycology/index.html>
6. Hibbett D.S., Binder M., Bischoff J.F., Blackwell M., Cannon P.F., Eriksson O.E., Huhndorf S., James T., Kirk P.M., Lücking R., Thorsten Lumbsch H., Lutzoni F., Matheny P.B., McLaughlin D.J., Powell M.J., Redhead S., Schoch C.L., Spatafora J.W., Stalpers J.A., Vilgalys R., Aime M.C., Aptroot A., Bauer R., Begerow D., Benny G.L., Castlebury L.A., Crous P.W., Dai Y.C., Gams W., Geiser D.M., Griffith G.W., Gueidan C., Hawksworth D.L., Hestmark G., Hosaka K., Humber R.A., Hyde K.D., Ironside J.E., Kõljalg U., Kurtzman C.P., Larsson K.H., Lichtwardt R., Longcore J., Miadlikowska J., Miller A., Moncalvo J.M., Mozley-Standridge S., Oberwinkler F., Parmasto E., Reeb V., Rogers J.D., Roux C., Ryvarden L., Sampaio J.P., Schüssler A., Sugiyama J., Thorn R.G., Tibell L., Untereiner W.A., Walker C., Wang Z., Weir A., Weiss M., White M.M., Winka K., Yao Y.J., Zhang N. A higher-level phylogenetic classification of the Fungi. *Mycological Res.* 2007; 111 (5): 509–547. DOI: 10.1016/j.mycres.2007.03.004.
7. Petrikkos G., Skiada A., Lortholary O., Roilides E., Walsh T.J., Kontoyiannis D.P. Epidemiology and clinical manifestations of mucormycosis. *Clin. Infect. Dis.* 2012; 54, Suppl 1: S23–S34. DOI: 10.1093/cid/cir866.
8. Bourcier J., Heudes P.M., Morio F., Gastinne T., Chevallier P., Rialland-Battisti F., Garandeau C., Danner-Boucher I., Le Pape P., Frampas E., Moreau P., Defrance C., Peterlin P. Prevalence of the reversed halo sign in neutropenic patients compared with non-neutropenic patients: Data from a single – centre study involving 27 patients with pulmonary mucormycosis (2003–2016). *Mycoses.* 2017; 60 (8): 526–533. DOI: 10.1111/myc.12624.
9. Spellberg B., Ibrahim A. S. Recent advances in the treatment of mucormycosis. *Curr. Infect. Dis. Rep.* 2010; 12 (6): 423–429. DOI: 10.1007/s11908-010-0129-9.
10. Roden M.M., Zaoutis T.E., Buchanan W.L., Knudsen T.A., Sarkisova T.A., Schaufele R.L., Sein M., Sein T., Chiou C.C., Chu J.H., Kontoyiannis D.P., Walsh T.J. Epidemiology and Outcome of Zygomycosis: a review of 929 reported cases. *Clin. Infect. Dis.* 2005; 41: 634–653. DOI: 10.1086/432579.
11. Клишко Н.Н. Микозы: диагностика и лечение. М.: Ви Джи Групп, 2008. 336 с.
12. Lin E., Moua T., Limper A.H. Pulmonary mucormycosis: clinical features and outcomes. *Infection.* 2017; 45 (4): 443–448. DOI: 10.1007/s15010-017-0991-6.
13. Gleissner B., Schilling A., Anagnostopoulou I., Siehl I., Thiel E., Anagnostopoulou I., et al. Improved outcome of zygomycosis in patients with hematological diseases? *Leukemia Lymphoma.* 2004; 45: 1351–1360.
14. Caillot D., Valot S., Lafon I., Basmaciyan L., Chretien M.L., Sautour M., Million L., Legouge C., Paysot A., Dalle F. Is it time to include CT “Reverse Halo Sign” and qPCR targeting mucorales in serum to EORTC-MSG criteria for the diagnosis of pulmonary mucormycosis in leukemia patients? Open forum infectious diseases. *Oxford University Press.* 2016; 3 (4): fw190. DOI: 10.1093/ofid/ofw190.
15. Millon L., Herbrecht R., Grenouillet F., Morio F., Alanio A., Letscher-Bru V., Cassaing S., Chouaki T., Kauffmann-Lacroix C., Poirier P., Toubas D., Augereau O., Rocchi S., Garcia-Hermoso D., Bretagne S.; French Mycosis Study Group. Early diagnosis and monitoring of mucormycosis by detection of circulating DNA in serum: retrospective analysis of 44 cases collected through the French Surveillance Network of Invasive Fungal Infections (RESSIF). *Clin. Microbiol. Infect.* 2016; 22: 810. e1–810. e8. DOI: 10.1016/j.cmi.2015.12.006.
16. Millon L., Larosa F., Lepiller Q., Legrand F., Rocchi S., Daguindau E., Scherer E., Bellanger A.P., Leroy J., Grenouillet F. Quantitative polymerase chain reaction detection of circulating DNA in serum for early diagnosis of mucormycosis in immunocompromised patients. *Clin. Infect. Dis.* 2013; 56 (10): e95–e101. DOI: 10.1093/cid/cit094.
17. De Pauw B., Walsh T.J., Donnelly J.P., Stevens D.A., Edwards J.E., Calandra T., Pappas P.G., Maertens J., Lortholary O., Kauffman C.A., Denning D.W., Patterson T.F., Maschmeyer G., Bille J., Dismukes W.E., Herbrecht R., Hope W.W., Kibbler C.C., Kullberg B.J., Marr K.A., Muñoz P., Odds F.C., Perfect J.R., Restrepo A., Ruhnke M., Segal B.H., Sobel J.D., Sorrell T.C., Viscoli C., Wingard J.R., Zaoutis T., Bennett J.E.; European Organization for Research and Treatment of Cancer/Invasive Fungal- Infections Cooperative Group; National Institute of Allergy and Infectious Diseases Mycoses Study Group (EORTC/MSG) Consensus Group. Revised definitions of invasive fungal disease from the European organization for research and treatment of cancer/invasive fungal infections cooperative group and the national institute of allergy and infectious diseases mycoses study group (EORTC/MSG) consensus group. *Clin. Infect. Dis.* 2008; 46 (12): 1813–1821. DOI: 10.1086/588660.
18. Cornely O.A., Arikian-Akdagli S., Dannaoui E., Groll A.H., Lagrou K., Chakrabarti A., Lanternier F., Pagano L., Skiada A., Akova M., Arendrup M.C., Boekhout T., Chowdhary A., Cuenca-Estrella M., Freiburger T., Guinea J., Guarro J., de Hoog S., Hope W., Johnson E., Kathuria S., Lackner M., Lass-Flörl C., Lortholary O., Meis J.F., Meletiadis J., Muñoz P., Richardson M., Roilides E., Tortorano A.M., Ullmann A.J., van Diepeningen A., Verweij P., Petrikkos G.; European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases Fungal Infection Study Group; European Confederation of Medical Mycology. ESCMID† and ECMM‡ joint clinical



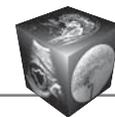
- guidelines for the diagnosis and management of mucormycosis. 2013; *Clin. Microbiol. Infect.* 2014; 20: 5–26. DOI: 10.1111/1469-0691.12371.
19. Chamilos G., Lewis R.E., Kontoyiannis D.P. Delaying amphotericin B-based frontline therapy significantly increases mortality among patients with hematologic malignancy who have zygomycosis. *Clin. Infect. Dis.* 2008; 47 (4): 503–509. DOI: 10.1086/590004.
 20. Cereser L., Zuiani C., Graziani G., Girometti R., Como G., Zaja F., Bazzocchi M. Impact of clinical data on chest radiography sensitivity in detecting pulmonary abnormalities in immunocompromised patients with suspected pneumonia. *La Radiologia Medica.* 2010; 115 (2): 205–214. DOI: 10.1007/s11547-009-0433-3.
 21. Roy V., Ali L.I., Selby G.B. Routine chest radiography for the evaluation of febrile neutropenic patients after autologous stem cell transplantation. *Am. J. Hematol.* 2000; 64 (3): 170–174.
 22. McAdams H.P., Rosado de Christenson M., Strollo D.C., Patz E.F. Jr. Pulmonary mucormycosis: radiologic findings in 32 cases. *Am. J. Roentgenol.* 1997; 168 (6): 1541–1548.
 23. Hatrick A. G., Matson M. B., Bingham J. B. Invasive pulmonary mucormycosis with vascular involvement. *Grand. Rounds.* 2001; 2: 8–10. DOI: 10.1102/1470-5206.2001.0013.
 24. Hammer M.M., Madan R., Hatabu H. Pulmonary Mucormycosis: Radiologic Features at Presentation and Over Time. *Am. J. Roentgenol.* 2018; 210 (4): 742–747. DOI: 10.2214/AJR.17.18792.
 25. Da Nam B., Kim T.J., Lee K.S., Kim T.S., Han J., Chung M.J. Pulmonary mucormycosis: serial morphologic changes on computed tomography correlate with clinical and pathologic findings. *Eur. Radiol.* 2018; 28 (2): 788–795. DOI: 10.1007/s00330-017-5007-5.
 26. Georgiadou S.P., Sipsas N.V., Marom E.M., Kontoyiannis D.P. The diagnostic value of halo and reversed halo signs for invasive mold infections in compromised hosts. *Clin. Infect. Dis.* 2011; 52 (9): 1144–1155. DOI: 10.1093/cid/cir12.
 27. Choo J.Y., Park C.M., Lee H.J., Lee C.H., Goo J.M., Im J.G. Sequential morphological changes in follow-up CT of pulmonary mucormycosis. *Diagn. Intervent. Radiol.* 2014; 20 (1): 42. DOI: 10.5152/dir.2013.13183.
 28. Caillot D., Legouge C., Lafon I., Ferrant E., Pagès P.B., Plocque A., Estivalet L., Valot S., Dalle F., Abou Hanna H., Chretien M.L. Mucormycoses pulmonaires au cours des traitements de leucémies aiguës. Analyse rétrospective d'une série de 25 patients. *Revue des Maladies Respiratoires.* 2018. DOI: 10.1016/j.rmr.2017.11.009.
 29. Voloudaki A.E., Bouros D.E., Froudarakis M.E., Datseris G.E., Apostolaki E.G., Gourtsoyiannis N.C. Crescentic and ring-shaped opacities. CT features in two cases of bronchiolitis obliterans organizing pneumonia (BOOP). *Acta Radiol.* 1996; 37: 889–892.
 30. Godoy M.C.B., Viswanathan C., Marchiori E., Truong M.T., Benveniste M.F., Rossi S., Marom E.M. The reversed halo sign: update and differential diagnosis. *Br. J. Radiol.* 2012; 85: 1226–1235. DOI: 10.1259/bjr/54532316.
 31. Rea G., Dalpiaz G., Vatrella A., Damiani S., Marchiori E. The reversed halo sign: also think about chronic eosinophilic pneumonia. *J. Brasileiro de Pneumologia.* 2017; 43(4):322–323. DOI:10.1590/S1806-37562017000000077.
 32. Marchiori E., Marom E.M., Zanetti G., Hochegger B., Irion K.L., Godoy M.C.B. Reversed halo sign in invasive fungal infections: criteria for differentiation from organizing pneumonia. *Chest J.* 2012; 142: 1469. DOI: 10.1378/chest.12-0114.
 33. Marchiori E., Hochegger B., Zanetti G. Reversed halo sign in invasive fungal infections. *Jornal Brasileiro de Pneumologia.* 2016; 42 (3): 232–232. DOI: 10.1590/S1806-37562016000000119.
 34. Marchiori E., Menna Barreto M., Pereira Freitas H.M., Hochegger B., Soares Souza A Jr., Zanetti G., Dias Mançano A., Souza Rodrigues R. Morphological characteristics of the reversed halo sign that may strongly suggest pulmonary infarction. *Clin. Radiol.* 2018; 73 (5): 503. e7–503. e13. DOI: 10.1016/j.crad.2017.11.022.
 35. Wahba H., Truong M.T., Lei X., Kontoyiannis D.P., Marom E.M. Reversed halo sign in invasive pulmonary fungal infections. *Clin. Infect. Dis.* 2008; 46: 1733–1737. DOI: 10.1086/587991.v.
 36. Jung J., Kim M.Y., Lee H.J., Park Y.S., Lee S.O., Choi S.H., Kim Y.S., Woo J.H., Kim S.H. Comparison of computed tomographic findings in pulmonary mucormycosis and invasive pulmonary aspergillosis. *Clin. Microbiol. Infect.* 2015; 21 (7): 684. e11–684. e18. DOI: 10.1016/j.cmi.2015.03.019.
 37. Legouge C., Caillot D., Chrétien M.L., Lafon I., Ferrant E., Audia S., Pagès P.B., Roques M., Estivalet L., Martin L., Maitre T., Bastie J.N., Dalle F. The reversed halo sign: pathognomonic pattern of pulmonary mucormycosis in leukemic patients with neutropenia? *Clin. Infect. Dis.* 2013; 58 (5): 672–678. DOI: 10.1093/cid/cit929.

References

1. Araviyskiy R.A., Klimko N.N., Vasileva N.V. Diagnostics of Mycosis. SPb.: SPbMAPO, 2004. 185 p. (In Russian)
2. Ribes J.A., Vanover-Sams C.L., Baker D.J. Zygomycetes in human disease. *Clin. Microbiol. Rev.* 2000; 13: 236–301.
3. Khostelidi S.N. The Principal About Zygomycosis (Review). *Problems of medical mycology.* 2006; 8 (4): 8–18. (In Russian)
4. Thajeb P., Thajeb T., Dai D. Fatal strokes in patients with rhino-orbito-cerebral mucormycosis and associated vasculopathy. *Scand. J. Infect. Dis.* 2004; 36: 643–648.
5. Goodman & Rinaldi 1991, <http://www.rusmedserv.com/mycology/index.html>
6. Hibbett D.S., Binder M., Bischoff J.F., Blackwell M., Cannon P.F., Eriksson O.E., Huhndorf S., James T., Kirk P.M., Lücking R., Thorsten Lumbsch H., Lutzoni F., Matheny P.B., McLaughlin D.J., Powell M.J., Redhead S., Schoch C.L., Spatafora J.W., Stalpers J.A., Vilgalys R., Aime M.C., Aptroot A., Bauer R., Begerow D., Benny G.L., Castlebury L.A., Crous P.W., Dai Y.C., Gams W., Geiser D.M., Griffith G.W., Gueidan C., Hawksworth D.L., Hestmark G., Hosaka K., Humber R.A., Hyde K.D., Ironside J.E., Kõljalg U., Kurtzman C.P., Larsson K.H., Lichtwardt R., Longcore J., Miadlikowska J., Miller A., Moncalvo J.M., Mozley-Standridge S., Oberwinkler F., Parmasto E., Reeb V., Rogers J.D., Roux C., Ryvarden L., Sampaio J.P., Schüssler A., Sugiyama J., Thorn R.G., Tibell L., Untereiner W.A., Walker C., Wang Z., Weir A., Weiss M., White M.M., Winka K., Yao Y.J., Zhang N. A higher-level phylogenetic classification of the Fungi. *Mycological Res.* 2007; 111 (5): 509–547. DOI: 10.1016/j.mycres.2007.03.004.
7. Petrikos G., Skiada A., Lortholary O., Roilides E., Walsh T.J., Kontoyiannis D.P. Epidemiology and clinical



- manifestations of mucormycosis. *Clin. Infect. Dis.* 2012; 54, Suppl 1: S23–S34. DOI: 10.1093/cid/cir866.
8. Bourcier J., Heudes P.M., Morio F., Gastinne T., Chevallier P., Rialland-Battisti F., Garandeau C., Danner-Boucher I., Le Pape P., Frampas E., Moreau P., Defrance C., Peterlin P. Prevalence of the reversed halo sign in neutropenic patients compared with non- neutropenic patients: Data from a single – centre study involving 27 patients with pulmonary mucormycosis (2003–2016). *Mycoses.* 2017; 60 (8): 526–533. DOI: 10.1111/myc.12624.
 9. Spellberg B., Ibrahim A. S. Recent advances in the treatment of mucormycosis. *Curr. Infect. Dis. Rep.* 2010; 12 (6): 423–429. DOI: 10.1007/s11908-010-0129-9.
 10. Roden M.M., Zaoutis T.E., Buchanan W.L., Knudsen T.A., Sarkisova T.A., Schaufele R.L., Sein M., Sein T., Chiou C.C., Chu J.H., Kontoyiannis D.P., Walsh T.J. Epidemiology and Outcome of Zygomycosis: a review of 929 reported cases. *Clin. Infect. Dis.* 2005; 41: 634–653. DOI: 10.1086/432579.
 11. Klimko N.N. Mycoses: diagnosis and treatment. Moscow: Izdatel'stvo Vi Dzhi Grupp, 2008. 336 p. (In Russian)
 12. Lin E., Moua T., Limper A.H. Pulmonary mucormycosis: clinical features and outcomes. *Infection.* 2017; 45 (4): 443–448. DOI: 10.1007/s15010-017-0991-6.
 13. Gleissner B., Schilling A., Anagnostopolous I., Siehl I., Thiel E., Anagnostopolous I., et al. Improved outcome of zygomycosis in patients with hematological diseases? *Leukemia Lymphoma.* 2004; 45: 1351–1360.
 14. Caillot D., Valot S., Lafon I., Basmaciyan L., Chretien M.L., Sautour M., Million L., Legouge C., Payssot A., Dalle F. Is it time to include CT “Reverse Halo Sign” and qPCR targeting mucorales in serum to EORTC-MSG criteria for the diagnosis of pulmonary mucormycosis in leukemia patients? Open forum infectious diseases. *Oxford University Press.* 2016; 3 (4): fw190. DOI: 10.1093/ofid/ofw190.
 15. Millon L., Herbrecht R., Grenouillet F., Morio F., Alanio A., Letscher-Bru V., Cassaing S., Chouaki T., Kauffmann-Lacroix C., Poirier P., Toubas D., Augereau O., Rocchi S., Garcia-Hermoso D., Bretagne S.; French Mycosis Study Group. Early diagnosis and monitoring of mucormycosis by detection of circulating DNA in serum: retrospective analysis of 44 cases collected through the French Surveillance Network of Invasive Fungal Infections (RESSIF). *Clin. Microbiol. Infect.* 2016; 22: 810. e1–810. e8. DOI: 10.1016/j.cmi.2015.12.006.
 16. Millon L., Larosa F., Lepiller Q., Legrand F., Rocchi S., Daguindau E., Scherer E., Bellanger A.P., Leroy J., Grenouillet F. Quantitative polymerase chain reaction detection of circulating DNA in serum for early diagnosis of mucormycosis in immunocompromised patients. *Clin. Infect. Dis.* 2013; 56 (10): e95–e101. DOI: 10.1093/cid/cit094.
 17. De Pauw B., Walsh T.J., Donnelly J.P., Stevens D.A., Edwards J.E., Calandra T., Pappas P.G., Maertens J., Lortholary O., Kauffman C.A., Denning D.W., Patterson T.F., Maschmeyer G., Bille J., Dismukes W.E., Herbrecht R., Hope W.W., Kibbler C.C., Kullberg B.J., Marr K.A., Muñoz P., Odds F.C., Perfect J.R., Restrepo A., Ruhnke M., Segal B.H., Sobel J.D., Sorrell T.C., Viscoli C., Wingard J.R., Zaoutis T., Bennett J.E.; European Organization for Research and Treatment of Cancer/Invasive Fungal- Infections Cooperative Group; National Institute of Allergy and Infectious Diseases Mycoses Study Group (EORTC/MSG) Consensus Group. Revised definitions of invasive fungal disease from the European organization for research and treatment of cancer/invasive fungal infections cooperative group and the national institute of allergy and infectious diseases mycoses study group (EORTC/MSG) consensus group. *Clin. Infect. Dis.* 2008; 46 (12): 1813–1821. DOI: 10.1086/588660.
 18. Cornely O.A., Arikian-Akdagli S., Dannaoui E., Groll A.H., Lagrou K., Chakrabarti A., Lanternier F., Pagano L., Skiada A., Akova M., Arendrup M.C., Boekhout T., Chowdhary A., Cuenca-Estrella M., Freiburger T., Guinea J., Guarro J., de Hoog S., Hope W., Johnson E., Kathuria S., Lackner M., Lass-Flörl C., Lortholary O., Meis J.F., Meletiadis J., Muñoz P., Richardson M., Roilides E., Tortorano A.M., Ullmann A.J., van Diepeningen A., Verweij P., Petrikkos G.; European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases Fungal Infection Study Group; European Confederation of Medical Mycology. ESCMID† and ECMM‡ joint clinical guidelines for the diagnosis and management of mucormycosis. 2013; *Clin. Microbiol. Infect.* 2014; 20: 5–26. DOI: 10.1111/1469-0691.12371.
 19. 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. *Clin. Infect. Dis.* 2008; 47 (4): 503–509. DOI: 10.1086/590004.
 20. Cereser L., Zuiani C., Graziani G., Girometti R., Como G., Zaja F., Bazzocchi M. Impact of clinical data on chest radiography sensitivity in detecting pulmonary abnormalities in immunocompromised patients with suspected pneumonia. *La Radiologia Medica.* 2010; 115 (2): 205–214. DOI: 10.1007/s11547-009-0433-3.
 21. Roy V., Ali L.I., Selby G.B. Routine chest radiography for the evaluation of febrile neutropenic patients after autologous stem cell transplantation. *Am. J. Hematol.* 2000; 64 (3): 170–174.
 22. McAdams H.P., Rosado de Christenson M., Strollo D.C., Patz E.F. Jr. Pulmonary mucormycosis: radiologic findings in 32 cases. *Am. J. Roentgenol.* 1997; 168 (6): 1541–1548.
 23. Hatrick A. G., Matson M. B., Bingham J. B. Invasive pulmonary mucormycosis with vascular involvement. *Grand. Rounds.* 2001; 2: 8–10. DOI: 10.1102/1470-5206.2001.0013.
 24. Hammer M.M., Madan R., Hatabu H. Pulmonary Mucormycosis: Radiologic Features at Presentation and Over Time. *Am. J. Roentgenol.* 2018; 210 (4): 742–747. DOI: 10.2214/AJR.17.18792.
 25. Da Nam B., Kim T.J., Lee K.S., Kim T.S., Han J., Chung M.J. Pulmonary mucormycosis: serial morphologic changes on computed tomography correlate with clinical and pathologic findings. *Eur. Radiol.* 2018; 28 (2): 788–795. DOI: 10.1007/s00330-017-5007-5.
 26. Georgiadou S.P., Sipsas N.V., Marom E.M., Kontoyiannis D.P. The diagnostic value of halo and reversed halo signs for invasive mold infections in compromised hosts. *Clin. Infect. Dis.* 2011; 52 (9): 1144–1155. DOI: 10.1093/cid/cir12.
 27. Choo J.Y., Park C.M., Lee H.J., Lee C.H., Goo J.M., Im J.G. Sequential morphological changes in follow-up CT of pulmonary mucormycosis. *Diagn. Intervent. Radiol.* 2014; 20 (1): 42. DOI: 10.5152/dir.2013.13183.



28. Caillot D., Legouge C., Lafon I., Ferrant E., Pagès P.B., Plocque A., Estivalet L., Valot S., Dalle F., Abou Hanna H., Chretien M.L. Mucormycoses pulmonaires au cours des traitements de leucémies aiguës. Analyse rétrospective d'une série de 25 patients. *Revue des Maladies Respiratoires*. 2018. DOI: 10.1016/j.rmr.2017.11.009.
29. Voloudaki A.E., Bouros D.E., Froudarakis M.E., Datseris G.E., Apostolaki E.G., Gourtsoyiannis N.C. Crescentic and ring-shaped opacities. CT features in two cases of bronchiolitis obliterans organizing pneumonia (BOOP). *Acta Radiol*. 1996; 37: 889–892.
30. Godoy M.C.B., Viswanathan C., Marchiori E., Truong M.T., Benveniste M.F., Rossi S., Marom E.M. The reversed halo sign: update and differential diagnosis. *Br. J. Radiol*. 2012; 85: 1226–1235. DOI: 10.1259/bjr/54532316.
31. Rea G., Dalpiaz G., Vatrella A., Damiani S., Marchiori E. The reversed halo sign: also think about chronic eosinophilic pneumonia. *J. Brasileiro de Pneumologia*. 2017; 43(4):322–323. DOI: 10.1590/S1806-37562017000000077.
32. Marchiori E., Marom E.M., Zanetti G., Hochhegger B., Irion K.L., Godoy M.C.B. Reversed halo sign in invasive fungal infections: criteria for differentiation from organizing pneumonia. *Chest J*. 2012; 142: 1469. DOI: 10.1378/chest.12-0114.
33. Marchiori E., Hochhegger B., Zanetti G. Reversed halo sign in invasive fungal infections. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*. 2016; 42 (3): 232–232. DOI: 10.1590/S1806-37562016000000119.
34. Marchiori E., Menna Barreto M., Pereira Freitas H.M., Hochhegger B., Soares Souza A Jr., Zanetti G., Dias Mançano A., Souza Rodrigues R. Morphological characteristics of the reversed halo sign that may strongly suggest pulmonary infarction. *Clin. Radiol*. 2018; 73 (5): 503. e7–503. e13. DOI: 10.1016/j.crad.2017.11.022.
35. Wahba H., Truong M.T., Lei X., Kontoyiannis D.P., Marom E.M. Reversed halo sign in invasive pulmonary fungal infections. *Clin. Infect. Dis*. 2008; 46: 1733–1737. DOI: 10.1086/587991.v.
36. Jung J., Kim M.Y., Lee H.J., Park Y.S., Lee S.O., Choi S.H., Kim Y.S., Woo J.H., Kim S.H. Comparison of computed tomographic findings in pulmonary mucormycosis and invasive pulmonary aspergillosis. *Clin. Microbiol. Infect*. 2015; 21 (7): 684. e11–684. e18. DOI: 10.1016/j.cmi.2015.03.019.
37. Legouge C., Caillot D., Chrétien M.L., Lafon I., Ferrant E., Audia S., Pagès P.B., Roques M., Estivalet L., Martin L., Maitre T., Bastie J.N., Dalle F. The reversed halo sign: pathognomonic pattern of pulmonary mucormycosis in leukemic patients with neutropenia? *Clin. Infect. Dis*. 2013; 58 (5): 672–678. DOI: 10.1093/cid/cit929.

Для корреспонденции*: Косичкина Анастасия Борисовна – 197758, п. Песочный, Ленинградская область, Ленинградская ул., д. 68. E-mail: akosichkina@gmail.com

Косичкина Анастасия Борисовна – врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики, младший научный сотрудник научного отделения диагностической и интервенционной радиологии ФГБУ “НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова” Минздрава России, Санкт-Петербург.

Мищенко Андрей Владимирович – доктор мед. наук, заведующий научным отделением диагностической и интервенционной радиологии ФГБУ “НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова” Минздрава России; профессор НК и ОЦ “Лучевая диагностика и ядерная медицина” СПбГУ, Санкт-Петербург.

Кулева Светлана Александровна – доктор мед. наук, заведующая отделением химиотерапии и комбинированного лечения злокачественных опухолей у детей, ведущий научный сотрудник научного отдела инновационных методов терапевтической онкологии и реабилитации ФГБУ “НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова” Минздрава России, Санкт-Петербург.

Доровских Галина Николаевна – доктор мед. наук, профессор кафедры лучевой диагностики ПДО ФГБОУ ВО “Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого” Минздрава России, Красноярск; отделением лучевой диагностики Бюджетного учреждения Омской области “Городская клиническая больница скорой медицинской помощи №1” Омск.

Буровик Илья Александрович – канд. мед. наук, врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики, старший научный сотрудник научного отделения диагностической и интервенционной радиологии ФГБУ “НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова” Минздрава России, Санкт-Петербург.

Артемьева Анна Сергеевна – канд. мед. наук, заведующая патологоанатомическим отделением, руководитель научной лаборатории морфологии опухолей ФГБУ “НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова” Минздрава России, Санкт-Петербург.

Петрова Анна Сергеевна – врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики, младший научный сотрудник научного отделения диагностической и интервенционной радиологии ФГБУ “НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова” Минздрава России, Санкт-Петербург.

Гарибян Самвел Араевич – ординатор отделения лучевой диагностики ФГБУ “НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова” Минздрава России, Санкт-Петербург.

Бойко Наталия Васильевна – врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики ФГБУ “НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова” Минздрава России, Санкт-Петербург.

Козырева Ксения Сергеевна – врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики ФГБУ “НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова” Минздрава России, Санкт-Петербург.

Калинин Петр Сергеевич – канд. мед. наук, врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики, старший научный сотрудник научного отделения диагностической и интервенционной радиологии ФГБУ “НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова” Минздрава России, Санкт-Петербург.



Contact*: Anastasia B. Kosichkina – 197758, Pesochny, Leningrad region, Leningradskaya str., 68. E-mail: akosichkina@gmail.com

Anastasia B. Kosichkina – radiologist at the Department of Radiology, junior researcher at the Department of Diagnostic and interventional radiology N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology, St. Petersburg.

Andrei V. Mishchenko – doct. of med. sci., Head of the Department of Diagnostic and Interventional radiology N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology, Professor of the Scientific Clinical and Educational Center “Radiation Diagnostics and Nuclear Medicine” of St. Petersburg State University, St. Petersburg.

Svetlana A. Kuleva – doct. of med. sci., Head of the Department of Chemotherapy and combined treatment of pediatric malignancies, lead researcher at the Department of innovative methods of therapeutic oncology and rehabilitation N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology, St. Petersburg.

Galina N. Dorovskikh – doct. of med. sci., Professor, Department of Radiology of Postgraduate Education in Krasnoyarsk state medical university named after Prof. V.F. Voyno-Yasenetsky, Ministry of Healthcare of Russia, Head of the Department of Radiology, Omsk City Emergency Hospital №1, Omsk.

Ilya A. Burovik – cand. of med. sci., radiologist at the Department of Radiology, senior researcher at the Department of Diagnostic and interventional radiology N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology, St. Petersburg.

Anna S. Artemeva – cand. of med. sci., Head of the Department of Pathology, Head of the Laboratory of the tumor morphology N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology, St. Petersburg.

Anna S. Petrova – radiologist at the Department of Radiology N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology, St. Petersburg.

Samvel A. Gharibyan – resident at the Department of Radiology N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology, St. Petersburg.

Natalia V. Boiko – radiologist at the Department of Radiology N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology, St. Petersburg.

Ksenia S. Kozyreva – radiologist at the Department of Radiology N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology, St. Petersburg.

Petr S. Kalinin – cand. of med. sci., radiologist at the Department of Radiology, senior researcher at the Department of diagnostic and interventional Radiology N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology, St. Petersburg.

Поступила в редакцию 18.10.2018.
Принята к печати 24.12.2018.

Received on 18.10.2018.
Accepted for publication on 24.12.2018.