

МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ ОСТРОГО ЭПИФИЗАРНОГО ОСТЕОМИЕЛИТА У ДЕТЕЙ

© Д.С. Лабузов¹, А.Б. Салопенкова², Я.Н. Прощенко³

¹ ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России, Смоленск;

² ОГБУЗ «Смоленская областная клиническая больница», Смоленск;

³ ФГБУ «НИДОИ им. Г.И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург

Статья поступила в редакцию: 24.01.2017

Статья принята к печати: 20.05.2017

В статье представлен анализ различных методов диагностики эпифизарного остеомиелита — рентгенография, ультразвуковая диагностика, компьютерная томография, магнитно-резонансная томография, радиоизотопная остеосцинтиграфия. Приводятся недостатки и преимущества, а также оцениваются возможности каждого из методов с позиций ранней диагностики остеомиелита у детей.

По данным литературы, наиболее эффективными и надежными методами ранней диагностики эпифизарного остеомиелита в педиатрической практике являются магнитно-резонансный и ультразвуковой, у представленных методов отсутствует лучевая нагрузка, в то же время при использовании ультразвукового метода не требуется полная неподвижность пациента, его можно применять с момента новорожденности и в любом количественном режиме, а общедоступность и относительно низкая стоимость ультразвуковой аппаратуры позволяет иметь ее в любых медицинских учреждениях.

Ключевые слова: острый эпифизарный остеомиелит, ребенок, рентгенография, ультразвуковая диагностика, компьютерная томография, магнитно-резонансная томография, радиоизотопная остеосцинтиграфия.

METHODS OF DIAGNOSIS OF ACUTE EPIPHYSEAL OSTEOMYELITIS IN CHILDREN

© D.S. Labuzov¹, A.B. Salopenkova², Ya.N. Proshchenko³

¹ Smolensk State Medical University, Smolensk, Russia;

² Smolensk Regional Clinical Hospital, Smolensk, Russia;

³ The Turner Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics, Saint Petersburg, Russia

For citation: Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery, 2017;5(2):59-64

Received: 24.01.2017

Accepted: 20.05.2017

Summary. The article presents the analysis of different method for diagnosis of epiphyseal osteomyelitis, including radiography, ultrasonography, computed tomography, magnetic resonance tomography, and radioisotope bone scans. We address the advantages, disadvantages, and possibilities of each method from the standpoint of early diagnosis of osteomyelitis in children.

Based upon the literature, the most effective and reliable methods for early diagnosis of epiphyseal osteomyelitis in pediatric patients are magnetic resonance and ultrasound. The present diagnostic methods involve no radiation exposure. Using an ultrasonic diagnostic method does not require complete immobility of the patient, can be used from the moment of birth, has widespread availability, and has a relative low cost to allow its use in any medical institution.

Keywords: acute epiphyseal osteomyelitis, child, radiography, ultrasound diagnostics, computed tomography, magnetic resonance imaging, radionuclide bone scan.

Острый эпифизарный гематогенный остеомиелит (ОГО) возникает у детей в раннем возрасте и сопровождается частой инвалидизацией по причине развития различной тяжелой ортопедической патологии. Возникающие ортопедические осложнения (вывихи, деформации, укорочение конечности, контрактуры и анкилозы крупных суставов) наблюдаются в 31–71 % случаев [1–5], в то же время ранняя диагностика и своевременно начатое лечение позволяют снизить количество осложнений и способствуют полному выздоровлению в 95 % случаев [6].

Цель исследования — провести анализ литературных данных о методах диагностики эпифизарного остеомиелита и определить наиболее перспективные, которые обеспечивают качественную, раннюю и доступную диагностику заболевания, направленную на снижение неудовлетворительных исходов.

Анатомические особенности костного строения и кровообращения у детей разных периодов жизни предполагают различную локализацию гнойных очагов с поражением различных отделов кости. Автономность кровообращения каждого отдела кости с более развитой сетью в эпифизе объясняет преобладание эпифизарного остеомиелита у детей младшей возрастной группы. В зависимости от возраста и развития эпиметафизарного отдела кости остеомиелитический процесс может локализоваться в хрящевой ткани эпифиза, ядре окостенения или в метаэпифизарной зоне [7, 8]. У детей старшей возрастной группы кровообращение различных отделов кости становится единым, с более развитой сетью сосудов метафиза, что объясняет преимущественную локализацию гнойных очагов в последнем [6–8].

В настоящее время ранняя диагностика представляет значительные трудности, так как обусловлена патоморфозом заболевания с появлением стертых форм течения воспалительного процесса [9].

Традиционным методом диагностики эпифизарного остеомиелита у детей считается рентгенологический [10], позволяющий оценить форму, контуры, структуру и соотношение между костями. Через 24–48 часов от появления клинических признаков можно определить увеличение объема тканей, нарушение четкости контуров мышц и параоссальных мягких тканей, однако данные признаки не надежны и выявляются редко [6, 11]. Также в ранних стадиях остеомиелитического процесса возможно выявить признаки регионального остеопороза и нарушение структуры костных балок [12–14]. В более поздние сроки заболевания (начиная с 14-го дня) на рентгенограммах опреде-

ляется периостальная реакция, которая проявляется в виде гипертрофии и утолщения надкостницы, появляются обширные очаги деструкции, линейные и слоистые периостальные наслоения, а также участки склероза вокруг зон деструкции [15–19]. С другой стороны, у детей младшего возраста при локализации процесса в эпиметафизарной зоне периостальная реакция слабая или вообще не определяется [20]. Согласно рекомендациям Американского общества инфекционных болезней [21], если на первой рентгенограмме нет четких признаков остеомиелита, необходимо сделать вторую не ранее чем через 2–4 недели, так как рентгенологические признаки отстают от клинических проявлений в среднем на 2–4 недели и только к 28-му дню болезни на 90 % рентгенограмм можно визуализировать изменения в костной ткани [22].

Точность рентгенографии в ранней диагностике остеомиелита составляет не более 50–60 % [23]. Чувствительность метода — 43–75 %, специфичность — 50 % [13, 24]. Кроме поздней диагностики, недостатком этого метода является высокая лучевая нагрузка, низкая специфичность и разрешающая способность [16].

Компьютерная томография (КТ) позволяет повысить информативность рентгенологической диагностики острого эпифизарного остеомиелита у детей и позволяет визуализировать менее выраженные изменения, чем обычная рентгенография [15, 16]. КТ позволяет получить четкое изображение кортикального слоя, оценить состояние окружающих мягких тканей, определить наличие очагов деструкции и периостальных наслоений, детально визуализировать остеолит кортикального слоя и костных балок [11, 25]. КТ используется для определения признаков эпифизарного остеомиелита костей в сложных суставах и может быть использована для экстренной диагностики остеомиелита [26].

Чувствительность КТ в диагностике остеомиелита составляет 67 %, специфичность — 75–83 % [15]. Недостатком этой методики является значительная лучевая нагрузка, необходимость общей анестезии у детей младшего возраста.

На ранних сроках заболевания в диагностически сложных случаях иногда применяется остеосцинтиграфия [15]. Сцинтиграфия с технецием-99m может быть использована для подтверждения диагноза в течение 24–48 часов с начала развития инфекционного процесса у 90–95 % пациентов [27]. При проведении сцинтиграфии с галлием радиофармпрепарат накапливается в местах скопления лейкоцитов и бактерий. Галлий может накапливаться у пациентов с острым эпифизар-

ным остеомиелитом в тех очагах, в которых отмечалось нормальное или пониженное накопление технеция («холодные очаги») [13], однако при использовании данной методики имеется достаточно большое количество ложноотрицательных и ложноположительных результатов [15]. Также минусами радионуклидных исследований являются их высокая стоимость и длительное время, требуемое для полноценной обработки результатов исследования (в некоторых случаях больше суток).

При подозрении на острый гематогенный остеомиелит у пациентов раннего детского возраста возможно проведение МРТ, а не сцинтиграфии [28]. При МРТ можно диагностировать воспалительные изменения в костном мозге и мягкотканых структурах, развившиеся в течение 1–5 дней после начала болезни. МРТ позволяет оценить зону распространения патологического процесса, благодаря визуализации четкой границы между краем кости и зоной отека мягких тканей [15]. При МРТ можно оценить поражение суставов.

Для диагностики состояния мягких тканей, окружающих кость, и костного мозга МРТ является более точным методом, чем КТ. Периостальная реакция часто не визуализируется на МРТ, однако, если она все-таки определяется, то еще до стадии оссификации, поэтому видна на МРТ раньше, чем при КТ [19].

В случае необходимости более детального исследования можно использовать контрастные препараты, содержащие наночастицы железа, которые обладают суперпарамагнитными свойствами. После введения в организм эти частицы захватываются клетками ретикулоэндотелиальной системы и накапливаются в макрофагах и фибробластах в очаге воспаления. Данные контрастные вещества могут помочь более четко визуализировать область воспаления [29, 30].

Применение контрастов с гадолинием позволяет лучше различить изменения в костном мозге, а также нарушения кровоснабжения кости. Гадолиний накапливается в гиповаскулярных участках кости, что позволяет дифференцировать остеомиелит от флегмоны мягких тканей или абсцесса. Исследования с контрастными препаратами дают возможность с большей уверенностью предполагать наличие эпифизарного остеомиелита, если на МР-томограмме имеются признаки периостального отека или отека мягких тканей [31].

А.М. Davies описал в своей работе определение частиц жира в очаге воспаления, что связано либо с отеком костного мозга, либо с наличием линейных или шаровидных частиц некротизированного костного мозга [32]. Визуализация жировой ткани

имеет смысл, так как при остром процессе происходит некроз костного мозга и высвобождение частиц свободного жира, образующих комплексы с гноем, которые могут быть обнаружены. Проникновение жира в мягкие ткани через гаверсовы каналы считается косвенным признаком нарушения целостности кортикального слоя кости [33].

МРТ позиционируется как предпочтительный метод визуализации с высокой чувствительностью (82–100 %) и специфичностью (75–99 %) в отличие от ограниченно применимых КТ и УЗИ [9, 13, 34]. В случае использования последовательности STIR МРТ имеет стопроцентную прогностическую ценность отрицательного результата, и диагноз остеомиелита может быть исключен при отсутствии изменений на МР-томограммах [13]. Недостатками МРТ являются дорогостоящее оборудование, которое не всегда доступно, высокая стоимость процедуры, артефакты в случае наличия металлических конструкций, необходимость применения общей анестезии для исключения движений во время исследования у детей первых лет жизни.

В современных условиях развития медицинских технологий все чаще используют ультразвуковой метод диагностики. Особенности проведения УЗИ костно-суставной системы у детей является большая, чем у взрослых, проникающая способность ультразвука, связанная с минеральным составом костной ткани и низкой плотностью в результате незавершенного процесса остеогенеза, когда эпифизы костей состоят в основном из хрящевой ткани. Данные особенности строения скелета позволяют судить о степени развития ядер окостенения, патологических изменениях в хрящевых эпифизах и прилежащих отделах костей [4, 6, 14–16]. Уже на ранних стадиях выявляются изменения в костной ткани и окружающих мягких тканях [35].

Изменения мягких тканей при эпифизарном остеомиелите заключаются в их утолщении, изменении эхогенности (чаще повышении) и наличии жидкостных скоплений, располагающихся парартикулярно, усилении венозного сосудистого рисунка [12, 36].

Изменения близлежащих суставов представлены расширением суставной полости с неоднородным мелкодисперсным выпотом и утолщением капсулы с пролиферацией синовиальной оболочки. В большей степени расширение полости и изменение капсулы проявляются при поражении крупных (тазобедренного и коленного) суставов. Неоднородный характер выпота отмечается в первую неделю заболевания с последующим переходом в однородный анэхогенный выпот, что

связано с санацией гнойной полости в процессе лечения. Реакция синовиальной оболочки зависит от длительности заболевания: чем дольше болеет ребенок, тем толще и экзогеннее становится синовиальная оболочка [37]. Возможно увеличение толщины капсулы и повышение ее экзогенности без суставного выпота [36].

УЗИ эпифизарных отделов костей показывает неоднородность эпифизарного хряща в виде локальных участков повышенной экзогенности [36].

У младенцев изменения хрящевого эпифиза проявляются в виде анэхогенных включений 2–3 мм. При исследовании ядра окостенения эпифизарного отдела кости обнаруживается изменение его формы и структуры. При этом возможны неровность его наружного контура, деформация в виде неправильной формы гиперэхогенной структуры или в виде кольцевидной формы гиперэхогенной структуры с наличием анэхогенного участка в центре. Ядро окостенения может быть фрагментировано [36]. Эхографический метод позволяет определить жидкость в полости сустава объемом от 0,3–0,5 мл и судить о характере выпота, оценить состояние и положение эпифиза, что дает возможность обнаружить патологический вывих уже в остром периоде [38].

Таким образом, с помощью ультразвукового исследования можно выявить следующие признаки эпифизарного остеомиелита: гетероэхогенность гиалинового эпифизарного хряща, в том числе анэхогенных включений; деформацию; фрагментацию; кольцевидную форму; ядра окостенения; деформацию и неоднородность метаэпифизарной зоны с наличием анэхогенных включений в эпифизе; изменения надкостницы и кортикального слоя кости [36].

УЗИ позволяет установить диагноз ОГО в первые 2–3 дня заболевания. При этом чувствительность эхографии в диагностике эпифизарного остеомиелита составляет 90 %, а специфичность — 100 % [12].

Заключение

На сегодняшний день проблему установления диагноза эпифизарного остеомиелита у детей на ранних стадиях развития процесса нельзя считать окончательно решенной. В диагностике острого эпифизарного остеомиелита на ранней стадии процесса (в первые дни) методом выбора является УЗИ.

1. УЗИ позволяет на ранней стадии заболевания выявить отек и инфильтративные изменения в мышцах и мягких тканях, а также скопления жидкости в суставе. Метод безопасен, информативен, возможно его частое применение.

2. МРТ обладает высокой информативностью (в первые 10–14 дней), но требует специального оборудования и анестезиологического пособия.

3. Более простым и доступным методом остается рентгенография на поздних стадиях острого остеомиелита (через две недели после начала заболевания). Костные изменения более четко определяются при КТ, но, как и при рентгенографии, для визуализации изменений должно пройти больше недели и остается высокая радиационная нагрузка.

4. Радионуклидное исследование успешно используется как для диагностики острого эпифизарного остеомиелита, так и для оценки эффективности проводимой терапии в послеоперационном периоде, однако в силу возрастных ограничений этот метод невозможно применять у детей младшего возраста.

Информация о вкладе каждого автора

Д.С. Лабузов — сбор материала, анализ полученных данных, написание текста. Концепция и дизайн исследования. А.Б. Салопенкова — сбор и обработка материалов, анализ полученных данных, написание текста. Я.Н. Проценко — анализ полученных данных, редактирование и написание текста.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Работа проведена на базе СГМА и при поддержке ФГБУ «НИДОИ им. Г.И. Турнера» Минздрава России. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Список литературы

1. Ахунзянов А.А., Гребнев П.Н., Фатыхов Ю.И., и др. Ортопедические осложнения острого гематогенного остеомиелита у детей: Тезисы докладов симпозиума по детской хирургии с международным участием. – Ижевск. – Апрель 2006. – С. 14–16. [Akhunzyanov AA, Grebnev PN, Fatykhov YuI, et al. Ortopedicheskie oslozhneniya ostrogo gematogennoo osteomielita u detey: Tezisy dokladov simpoziuma po detskoy khirurgii s mezhdunarodnym uchastiem. Izhevsk; Aprel' 2006:14-16. (In Russ.)]
2. Шамсиев А.М., Юсупов Ш.А., Махмудов З.М. Хирургическое лечение детей с острым гематогенным остеомиелитом костей, образующих тазобедренный сустав // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. – 2014. – Т. 4. – № 3. – С. 86–89. [Shamsiev AM, Yusupov ShA, Makhmudov ZM. Khirurgicheskoe lechenie detey

- s ostrym gematogennym osteomielitom kostey, obrazuyushchikh tazobedrennyy sustav. *Rossiyskiy vestnik detskoj khirurgii, anesteziologii i reanimatologii*. 2014;4(3):86-89. (In Russ.)]
3. Гисак С.Н., Шестаков А.А., Баранов Д.А., и др. Современные особенности этиопатогенеза острого гематогенного остеомиелита у детей и оптимизация лечения больных // Вестник новых медицинских технологий. – 2012. – Т. 19. – № 2. – С. 106–108. [Gisak SN, Shestakov AA, Baranov DA, et al. Sovremennye osobennosti etiopatogeneza ostrogo gematogennogo osteomielita u detey i optimizatsiya lecheniya bol'nykh. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy*. 2012;19(2):106-108. (In Russ.)]
 4. Гисак С.Н., Шестаков А.А., Вечеркин В.А., и др. Ранняя диагностика острого гематогенного остеомиелита у детей с целью оптимизации его лечения // Детская хирургия. – 2014. – Т. 18. – № 5. – С. 28–32. [Gisak SN, Shestakov AA, Vecherkin VA, et al. Rannaya diagnostika ostrogo gematogennogo osteomielita u detey s tselyu optimizatsii ego lecheniya. *Detskaya khirurgiya*. 2014;18(5):28-32. (In Russ.)]
 5. Гаркавенко Ю.Е., Поздеев А.П. Ортопедическая помощь детям с последствиями гематогенного остеомиелита длинных костей в институте им. Г.И. Турнера // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. – 2013. – Т. 1. – № 1. – С. 16–20. [Garkavenko YuE, Pozdeev AP. Ortopedicheskaya pomoshch' detyam s posledstviyami gematogennogo osteomielita dlinnykh kostey v institute im. GI Turnera. *Ortopediya, travmatologiya i vosstanovitel'naya hirurgiya detskogo vozrasta*. 2013;1(1):16-20. (In Russ.)]. doi: 10.17816/ptors1116-20.
 6. Юрковский А.М., Воронетский А.Н. Ранняя диагностика остеомиелита у детей, пределы диагностических возможностей // Новости хирургии. – 2009. – Т. 17. – № 4. – С. 194–199. [Yurkovskiy AM, Voronetskiy AN Rannaya diagnostika osteomielita u detey, predely diagnosticheskikh vozmozhnostey. *Novosti khirurgii*. 2009;17(4):194-199. (In Russ.)]
 7. Державин В.М. Эпифизарный остеомиелит у детей. – М.: Медицина, 1965. – 176 с. [Derzhavin VM. Epifizarnyy osteomielit u detey. Moscow: Meditsina; 1965. 176 p. (In Russ.)]
 8. Акжигитов Г.Н., Юдин Я.Б. Гематогенный остеомиелит. – М.: Медицина, 1998. – 286 с. [Akzhigitov GN, Yudin YaB. Gematogennyy osteomielit. Moscow: Meditsina; 1998. 286 p. (In Russ.)]
 9. Carmody O, Cawley D, Dodds M, et al. Acute haematogenous osteomyelitis in children. *Ir Med J*. 2014;107(9):269-270.
 10. Van Schuppen J, van Doorn MM, van Rijn RR. Childhood osteomyelitis: imaging characteristics. *Insights Imaging*. 2012;3:519-533. doi: 10.1007/s13244-012-0186-8.
 11. Florin T, Ludwig St, editors. *Netter's Pediatrics*. Philadelphia: Saunders; 2011.
 12. Марочко Н.В., Жила Н.Г., Пыков М.И. Эффективность эхографии в диагностике острого гематогенного остеомиелита у детей // Дальневосточный медицинский журнал. – 2006. – № 4. – С. 24–29. [Marochko NV, Zhila NG, Pykov MI. Effektivnost' echografii v diagnostike ostrogo gematogennogo osteomielita u detey. *Dal'nevostochnyy meditsinskiy zhurnal*. 2006;(4):24-29. (In Russ.)]
 13. Pineda C, Espinosa R, Pena A, et al. Radiographic imaging in osteomyelitis: the role of plain radiography, computed tomography, ultrasonography, magnetic resonance imaging, and scintigraphy. *Semin Plast Surg*. 2009; 23(2):80-89. doi: 10.1055/s-0029-1214160.
 14. Cherry J, Harrison G, Kaplan S, et al. Feigin and Cherry's Textbook of Pediatric Infectious Diseases. Seventh Edition. Philadelphia: Saunders; 2014.
 15. Труфанов Г.Е., Фокин В.А., Иванов Д.О., и др. Особенности применения методов лучевой диагностики в педиатрической практике // Вестник современной клинической медицины. – 2013. – Т. 6. – № 6. – С. 48–54. [Trufanov GE, Fokin VA, Ivanov DO, et al. Osobennosti primeneniya metodov luchevoj diagnostiki v pediatricheskoy praktike. *Vestnik sovremennoy klinicheskoy meditsiny*. 2013;6(6):48-54. (In Russ.)]
 16. Лучевая диагностика в педиатрии: национальное руководство / Под ред. А.Ю. Васильева, С.К. Тернового. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 368 с. [Luchevaya diagnostika v pediatrii: natsional'noe rukovodstvo. Ed by Vasil'eva AYU, Ternovogo SK. – Moscow: GEOTAR-Media; 2010. 368 p. (In Russ.)]
 17. Kmietowicz Z. Computed tomography in childhood and adolescence is associated with small increased risk of cancer. *BMJ*. 2013;346:f3348. doi: 10.1136/bmj.f3348.
 18. Zacharias C, Alessio AM, Otto RK, et al. Pediatric CT: strategies to lower radiation dose. *AJR Am J Roentgenol*. 2013;200(5):950-956. doi:10.2214/ajr.12.9026.
 19. Ковалинин В.В., Клещевникова К.Ю., Джанчатова Б.А. Лучевая диагностика остеомиелита. // Российский электронный журнал лучевой диагностики. – 2014. – Т. 4. – № 3. – С. 66–76. [Kovalinin VV, Kleshchevnikova KYu, Dzhanchatova BA. Luchevaya diagnostika osteomielita. *Rossiyskiy Elektronnyy Zhurnal Luchevoj Diagnostiki*. 2014;4(3):66-76. (In Russ.)]
 20. Рентгенодиагностика в педиатрии. Т. 2 / Под ред. В.Ф. Баклановой, М.А. Филюшкина. – М.: Медицина, 1988. – 368 с. [Rentgenodiagnostika v pediatrii. Vol. 2. Ed by V.F. Baklanovoy, M.A. Filyushkina. Moscow: Meditsina, 1988. 368 p. (In Russ.)]
 21. Pineda C, Vargas A, Rodríguez A, et al. Imaging of osteomyelitis: current concepts. *Infect Dis Clin North Am*. 2006;20(4):789-825. doi: 10.1016/j.idc.2006.09.009.
 22. Wandl-Vergesslich KA, Breitenseher M, Fotter R. Imaging in Osteomyelitis: Special Features in Childhood. *Der Radiologe*. 1996;36(10):805-812. doi: 10.1007/s001170050143.
 23. Saigal G, Azouz EM, Abdenour G. Imaging of osteomyelitis with special reference to children. *Semin Musculoskelet Radiol*. 2004;8(3):255-265. doi: 10.1055/s-2004-835365.
 24. Karmazyn B. Imaging approach to acute hematogenous osteomyelitis in children: an update. *Semin Ultrasound CT MR*. 2010;31(2):100-106. doi: 10.1053/j.sult.2009.12.002.

25. Moser T, Ehlinger M, Chelli Bouaziz M, et al. Pitfalls in osteoarticular imaging: how to distinguish bone infection from tumour? *Diagn Interv Imaging*. 2012;93(5):351-359. doi: 10.1016/j.diii.2012.01.021.
26. Fayad LM, Carrino JA, Fishman EK, et al. Musculoskeletal infection: role of CT in the emergency department. *Radiographics*. 2007;27(6):1723-1736. doi: 10.1148/rg.276075033.
27. Canale ST, Beaty JH. Preface. Campbell's Operative Orthopaedics. 12th ed. St. Louis: Mosby; 2013. doi: 10.1016/b978-0-323-07243-4.00096-7.
28. Copley LA. Pediatric musculoskeletal infection: Trends and antibiotic recommendations. *J Am Acad Orthop Surg*. 2009;17(10):618-626. doi: 10.5435/00124635-200910000-00004.
29. Lee SM, Lee SH, Kang HY, et al. Assessment of musculoskeletal infection in rats to determine usefulness of SPIO-enhanced MRI. *AJR Am J Roentgenol*. 2007;189(3):542-548. doi: 10.2214/ajr.07.2213.
30. Fukuda Y, Ando K, Ishikura R, et al. Superparamagnetic iron oxide (SPIO) MRI contrast agent for bone marrow imaging: differentiating bone metastasis and osteomyelitis. *Magn Reson Med Sci*. 2006;5(4):191-196. doi: 10.2463/mrms.5.191.
31. Averill LW, Hernandez A, Gonzalez L, et al. Diagnosis of osteomyelitis in children: utility of fatsuppressed contrast-enhanced MRI. *AJR Am J Roentgenol*. 2009;192(5):1232-1238. doi: 10.2214/ajr.07.3400.
32. Davies AM, Hughes DE, Grimer RJ. Intramedullary and extramedullary fat globules on magnetic resonance imaging as a diagnostic sign for osteomyelitis. *Eur Radiol*. 2005;15(10):2194-2199. doi: 10.1007/s00330-005-2771-4.
33. Hui CL, Naidoo P. Extramedullary fat fluid level on MRI as a specific sign for osteomyelitis. *Australas Radiol*. 2003;47(4):443-446. doi: 10.1046/j.1440-1673.2003.01217.x.
34. Browne LP, Mason EO, Kaplan SL, et al. Optimal imaging strategy for community-acquired *Staphylococcus aureus* musculoskeletal infections in children. *Pediatr Radiol*. 2008;38(8):841-847. doi: 10.1007/s00247-008-0888-8.
35. Agarwal A, Aggarwal AN. Bone and Joint Infections in Children: Acute Hematogenous Osteomyelitis. *Indian J Pediatr*. 2015;83(8):817-824. doi: 10.1007/s12098-015-1806-3.
36. Завадовская В.Д., Полковникова С.А., Масликов В.М. и др. Возможности ультразвукового исследования в диагностике острого гематогенного метаэпифизарного остеомиелита у детей // Медицинская визуализация. – 2013. – № 5. – С. 121–129. [Zavadovskaya VD, Polkovnikova SA, Maslikov VM, et al. Vozmozhnosti ul'trazvukovogo issledovaniya v diagnostike ostrogo gematogennoho metaepifizarnogo osteomielita u detey. *Meditsinskaya vizualizatsiya*. 2013;(5):121-129. (In Russ.)]
37. Марочко Н.В., Пыков М.И., Жила Н.Г. Ультразвуковая семиотика острого гематогенного остеомиелита у детей // Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2006. – № 4. – С. 55–66. [Marochko NV, Pykov MI, Zhila NG. Ul'trazvukovaya semiotika ostrogo gematogennoho osteomielita u detey. *Ul'trazvukovaya i funktsional'naya diagnostika*. 2006;(4):55-66. (In Russ.)]
38. Мельцин И.И., Котлубаев Р.С., Афуков И.В., и др. Место рентгенологического и ультразвукового исследований в диагностике острого гематогенного остеомиелита у детей раннего возраста // Альманах молодой науки. – 2014. – № 3. – С. 34–39. [Mel'tsin II, Kotlubaev RS, Afukov IV, et al. Mesto rentgenologicheskogo i ul'trazvukovogo issledovaniy v diagnostike ostrogo gematogennoho osteomielita u detey rannego vozrasta. *Al'manakh molodoy nauki*. 2014;(3):34-39. (In Russ.)]

Сведения об авторах

Дмитрий Сергеевич Лабузов — канд. мед. наук, доцент кафедры детской хирургии, ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России. E-mail: docyzzz@list.ru.

Анна Борисовна Салопенкова — врач детский хирург, ОГБУЗ Смоленская областная клиническая больница.

Ярослав Николаевич Прощенко — канд. мед. наук, старший научный сотрудник отделения последствий травм и ревматоидного артрита ФГБУ «НИДОИ им. Г.И. Турнера» Минздрава России. E-mail: yar-2011@list.ru.

Dmitry S. Labuzov — MD, PhD, assistant professor of the chair of Surgery. Smolensk State Medical University. E-mail: docyzzz@list.ru.

Anna B. Salopenkova — MD, pediatric surgeon. Smolensk Regional Clinical Hospital.

Yaroslav N. Proshchenko — MD, PhD, research associate of the department of trauma effects and rheumatoid arthritis. The Turner Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics. E-mail: yar-2011@list.ru.