УДК 616.71-018-002.1-053.2-07-003+617-089+615.84+616-073.75

ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТОДИКИ РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ ОСТРОГО ГЕМАТОГЕННОГО ОСТЕОМИЕЛИТА У ДЕТЕЙ

© Денис Алексеевич Лыюров[1,2], Вячеслав Гаврилович Сварич[2], Александр Владимирович Поздняков[3].

[1] Республиканская детская клиническая больница. 167004, Республика Коми, г. Сыктывкар, Пушкина ул., 116/6
[2] Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина. 167001, Республика Коми, г. Сыктывкар, Октябрьский пр., 55
[3] Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет. 194100, Санкт-Петербург, Литовская ул., 2

Контактная информация: Денис Алексеевич Лыюров — главный внештатный специалист по лучевой диагностике МЗ Республики Коми, заведующий отделением лучевой диагностики, старший преподаватель кафедры неврологии, психиатрии и других специальных клинических дисциплин по курсу лучевой диагностики. E-mail: denis_liurov@mail.ru

Резюме: всего было обследовано 138 детей, в возрасте от 1 месяца до 18 лет с острым гематогенным остеомиелитом. Всем пациентам было выполнено комплексное обследование, включавшее в том числе мультиспиральную компьютерную томографию с мультипланарной реконструкцией. У пациентов в возрасте до года при отрицательных результатах ультразвукового исследования и сохраняющейся клинической картине острого гематогенного остеомиелита проводят мультиспиральную компьютерную томографию, где достоверно опровергают или подтверждают данный диагноз. У детей старше года первым и ранним методом диагностики является мультиспиральная компьютерная томография, по результатам которой при подтверждении диагноза проводится оперативное лечение, а при отрицательном результате — диагноз исключается. Мультиспиральная компьютерная томография с применением методик цифровой денситометрии и цветного картирования позволяет в ранние сроки выявить и определить распространенность воспалительного отека в костномозговом канале, как наиболее раннего признака развития острого гематогенного остеомиелита в трубчатых костях.

Ключевые слова: мультиспиральная компьютерная томография, острый гематогенный остеомиелит, педиатрия.

OPTIMIZATION TECHNIQUES FOR EARLY DIAGNOSIS OF ACUTE GEMATOGENNOGO OSTEOMYELITIS IN CHILDREN

© Denis A. Lyurov[1,2], Vyacheslav G. Svarich[2], Alexander V. Pozdnjakov[3]

[1] Republican Children's Clinical Hospital. 167004, Republic of Komi, Syktyvkar, Pushkin st., 116/6
[2] Syktyvkar State University. Pitirima Sorokin. 167001, Komi Republic, Syktyvkar, Oktyabrsky pr., 55
[3] Saint-Petersburg State Pediatric Medical University. 194100, St. Petersburg, Litovskaya str., 2

Contact Information: Denis A. Lyurov — chief freelance specialist in radiation diagnostics of the Ministry of Health of the Komi Republic, head of the department of radiation diagnostics, senior lecturer at the department of neurology, psychiatry and other special clinical disciplines in the course of radiation diagnostics. E-mail: denis_liurov@mail.ru

Summary: a total of 138 children aged 1 month to 18 years with acute hematogenous osteomyelitis were examined. All patients completed a comprehensive survey, which included including multislice computed tomography followed by multiplanar reconstruction. In patients under the age of one year with negative results of ultrasound and the continuing clinical picture of acute hematogenous osteomyelitis, multispiral computed tomography is performed, where this diagnosis is reliably refuted or confirmed. In children older than a year, the first and early method of diagnosis is multispiral computed tomography, the results of which, when the diagnosis is confirmed, surgical treatment is carried out, and with a negative result, the diagnosis is excluded. Multispiral computed tomography using digital densitometry and color mapping techniques allows early detection and determination of the prevalence of inflammatory edema in the bone marrow canal as the earliest sign of the development of acute hematogenous osteomyelitis in the tubular bones.

Keywords: multispiral computed tomography, acute hematogenous osteomyelitis, pediatrics.

ВВЕДЕНИЕ

При остром гематогенном остеомиелите (ОГО) у детей на прогноз существенно влияют сроки диагностики и оказания хирургической помощи [1–12, 31]. Рентгенография отражает только поздние грубые структурные изменения костной ткани [13, 14] и поэтому все больше появляется работ по изучению ультразвуковой семиотики (УЗИ) изменения костей и окружающих тканей при ОГО [15–18]. Магниторезонансная томография (МРТ) при ОГО имеет некоторые недостатки: визуализация нарушений кортикального слоя при остеомиелите, артефакты при наличии металлических конструкций [19–24, 32]. Использование мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) в диагностике ОГО сравнительно немногочисленно и посвящено, как правило, выявлению очага деструкции и периостальной реакции, а также оценке мягкотканых структур и суставов [25–28].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Улучшение ранней диагностики острого гематогенного остеомиелита у детей на основе применения МСКТ с использованием методики цифровой денситометрии и цветного картирования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Всего было обследовано 138 детей, в возрасте от 1 месяца до 18 лет. У мальчиков ОГО отмечался чаще (74%) чем у девочек (26%). 17 пациентов поступили в первые 48 часов от начала заболевания.

Обследование включало изучение анамнеза пациента, оценку общего состояния, а также оценку соматического и местного статуса; также выполняли лучевые методы исследования: рентгенологическое исследование, УЗИ костно-суставного аппарата и мягких тканей, МСКТ. При выполнении последней зона сканирования соответствовала 1/2 диафиза трубчатой кости с захватом прилежащего сустава. Длительность сканирования зависела от возраста и длины обследуемой конечности (от 10 до 35 секунд). Направление сканирования было каудальным, а толщина сканируемого среза 0,5 мм. По окончании исследования осуществляли постпроцессорную обработку изображения с использованием мультипланарной реконструкции (МПР), которая включала в себя оценку цифровых денситометрических показателей во фронтальной плоскости, с толщиной реконструируемого среза 2 миллиметра (мм); при этом использовали высокоразрешающий (костный) фильтр. При анализе результатов учитывались следующие закономерности. Статистическому анализу подвергалась метадиафизарная зона трубчатых костей. Точкой отчета для большинства областей исследования являлась зона роста. Единственной зоной отклонения от закономерности является анализ верхней трети бедренной кости, где ориентиром отчета является середина большого вертела. Количественная оценка денситометрических показателей производилась по шкале Хаунсфилда. Оценку денситометрических показателей в трубчатых костях проводили на 2–3 уровнях, начиная от зоны роста, или от уровня большого вертела бедра, с интервалом 5–20 мм, в зависимости от возраста ребенка и от длины конечности. На уровне выбранного срединного среза измеряли плотностные характеристики в метадиафизарных зонах (рис. 1).

За норму были взяты критерии ранее проведенного исследования [29], в виде предельно допустимых значений цифровых денситометрических показателей метадиафизарных зон трубчатых костей у детей, которые расчитывались для метадиафизарной зоны от –6 до –133,2 HU [29]. Также использовали анализ серошкальных изображений, с наложением на них цветного картирования, который позволил подтвердить наличие отека костного мозга в метадиафизарных зонах с повышенными цифровыми денситометрическими показателями плотности. Оценка изображения проводилась в мягкотканом окне при дополнительных точных настройках. Мы применяли опцию цвет и осветление (Color and Lighting) с более точными настройками. Для этого выставлялась толщина среза 2 мм. С целью изменения осветления изображения использовали в меню программы обработки объема изображения (Volume Render) опцию — прямой свет (Direct Light), которая позволяла наложить освещение от источника света перпендикулярно экрану. С помощью мыши устанавливали настройки ширины окна и уровня размещения окна на изображении (Win Lev), уровень ширины окна W = не <200 и не >700, а уровень размещения окна L = не >250. Далее использовали в меню опцию — Color и далее схему подбора цвета (Heat Scale).

При оценке цветовой гаммы метадиафизарной зоны, отличимой от нормы (черный цвет), изменение цвета (желтый или красный) указывает на наличие отека костного мозга, что также соответствует изменениям цифровых денситометрических показателей (рис. 2).

Предпоследним этапом диагностического алгоритма считали показатели остеотонометрии, которые при ОГО в интрамедуллярную фазу считаются выше 110 мм водного столба [30].

Конечным этапом проводили забор содержимого костномозгового канала для микробиологического и бактериологических исследований.

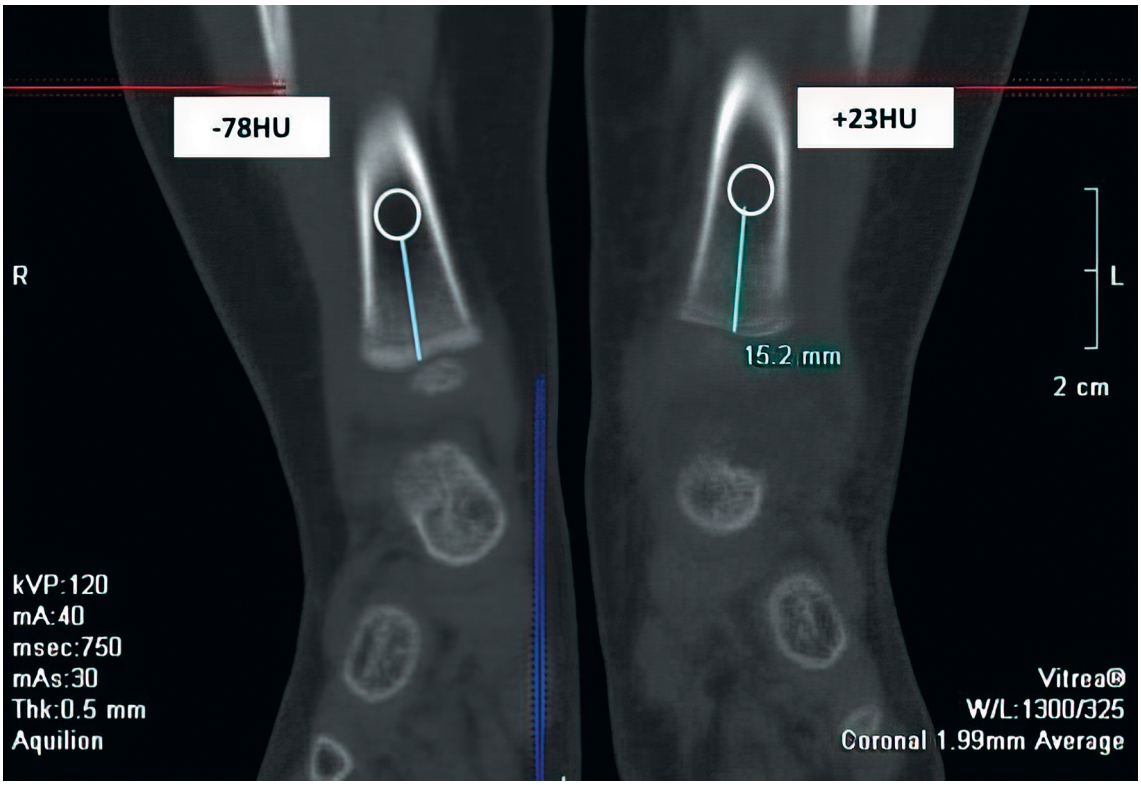


Рис. 1. Методика оценки денситометрических показателей. Представлены единые ROI в метадиафизарной области бедренных костей. Определяется асимметрия денситометрических показателей с увеличением плотности костномозгового канала в левой бедренной кости



Рис. 2. Методика наложения цветного картирования. В метадиафизарной зоне левой бедренной кости определяется желтый цвет костномозгового канала, что указывает на отек костного мозга

Статистическую обработку результатов исследования проводили с определением: среднего квадратичного отклонения &, ошибки средних величин mx, которые позволили выявить средний уровень данного показателя при доверительной вероятности P<0,05.

Информативность МСКТ с применением методики цифровой денситометрии и цветного картирования изучали на основании определения: «общей точности» (ОТ), «чувствительности» (Ч), и «специфичности» (С), которые рассчитывали по следующим формулам:

$$Ч = ДП / ДП + ЛО; \quad С = ДО / ДО + ЛП;$$
$$ОТ = ДП + ДО / ДП + ДО + ЛП + ЛО,$$

где: ДП — количество достоверно положительных результатов; ДО — количество достоверно отрицательных результатов; ЛО — количество ложноотрицательных результатов; ЛП — количество ложноположительных результатов.

За достоверно положительный (отрицательный) результат принимали случаи положительного (отрицательного) совпадения заключения по лучевому исследованию с окончательным диагнозом. За ложноположительный (отрицательный) результат принимали случаи положительного (отрицательного) заключения по лучевому исследованию, не соответствующий окончательному диагнозу [28].

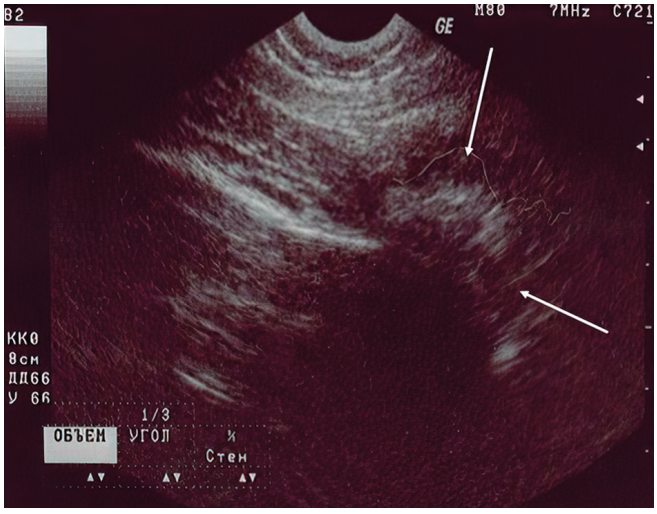


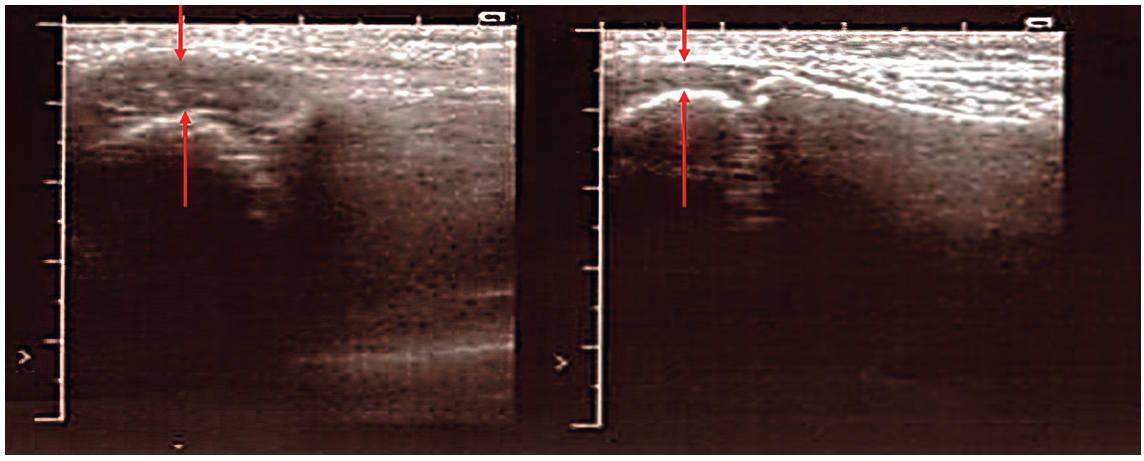
Рис 3. Ультразвуковое исследование коленного сустава. Деструкция хряща (стрелки)

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Все дети поступили в срок до 5 суток от начала заболевания (n=138). Наиболее часто ОГО возникал у детей старшей возрастной группы (80%). У большинства детей (88%) сроки поступления в стационар, от начала заболевания, составили более 2 суток. Учитывая анатомо-физиологические особенности кровообращения трубчатых костей у детей первого года жизни, заключающиеся в наличии еще необлитертрованного метаэпифизарного сосуда, заболевание протекает с поражением хрящевой части эпифиза, а диагностика (УЗИ) должна выстраиваться в большинстве случаев на поиске структурных изменений хряща (рис. 3).

Помимо деструкции хряща, в младшей возрастной группе, наблюдались признаки артрита, в виде наличия выпота, который является синдромом, характерным для течения острого гематогенного метаэпифизарного остеомиелита (ОГМЭО) у младшей группы детей (рис. 4).

До недавнего времени основным наиболее информативным методом диагностики ОГО у детей в возрасте до 1 года являлась ультразвуковая диагностика, направленная на поиск структурных



а б

Рис. 4. Ультразвуковое исследование сустава. Расширение суставной щели с наличием гипоэхогенного выпота (а, стрелки) с гиперэхогенными включениями (б, стрелки)



Рис. 5. МСКТ тазобедренных суставов. В левом тазобедренном суставе визуализируется зона ограниченной деструкции левого бедра, прилежащая к зоне роста (стрелка)

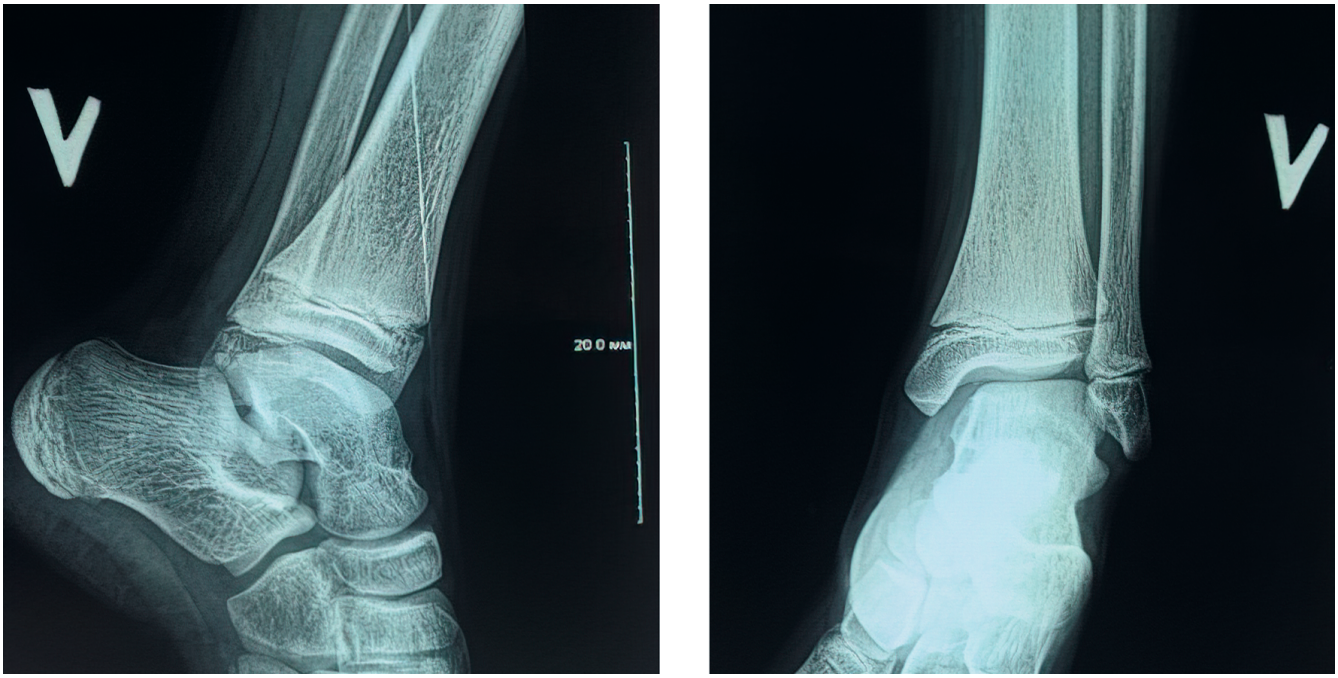


Рис. 6. Пациент 10 лет. Рентгенограмма левого голеностопного сустава с захватом нижней трети голени. Костно-деструктивные изменения в большеберцовых костях не выявлены

изменений хряща с признаками артрита. Но при условии рано начатой антибактериальной терапии, очаг поражения локализуется в ростковой зоне трубчатой кости и не выходит в зону хрящевого эпифиза, и выявить такой процесс возможно только при мультиспиральной компьютерной томографии (рис. 5).

Ведущим звеном в патогенезе ОГО у детей старше года является повышение внутрикостного давления. При местной форме течения ОГО у детей старше года диагностика должна быть направлена на выявление патологического процесса в интрамедуллярную фазу заболевания в виде отека костного мозга. Методом выбора в диагностике у детей старше года является мультиспиральная компьютерная томография с методиками цифровой денситометрии и цветного картирования (рис. 6–9).

В первые сутки от начала заболевания граница отека костного мозга нечеткая, поэтому возникали трудности в определении разницы денситометрических показателей, при сравнении контралатеральных зон конечностей, которые колебались в пределах от –26 до ±5,6 HU. Подобные данные подтвердили дополнительное применение методики цветного картирования для выявления отека костного мозга. Данные представлены в таблице 1.

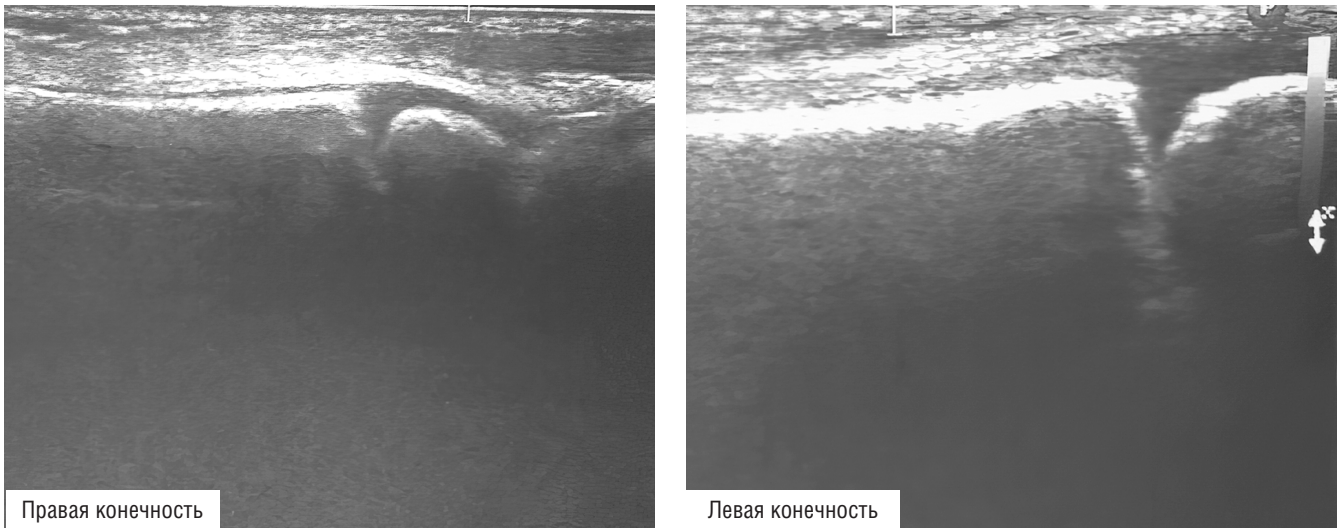


Рис. 7. Тот же пациент. При ультразвуковом исследовании пораженной конечности (левая) в сравнении со здоровой, явной асимметрии со стороны надкостницы и сустава не выявлено

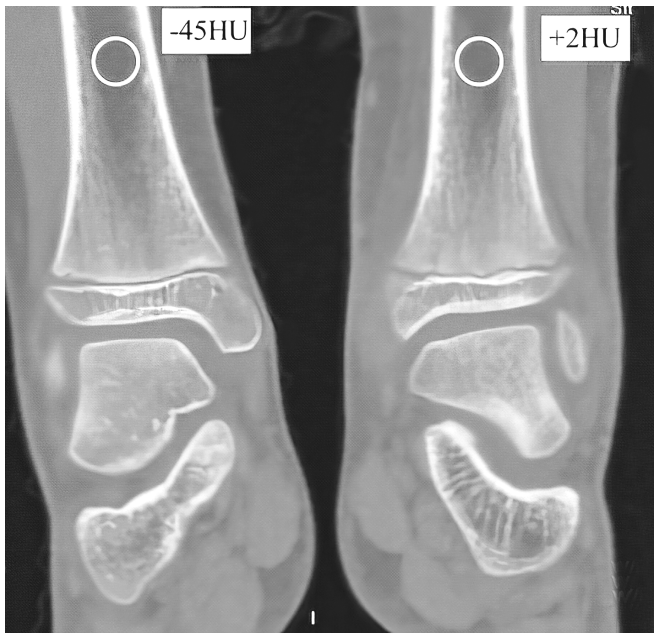


Рис. 8. Этот же пациент. При МСКТ выявлены асимметричные цифровые денситометрические показатели метадиафизарных зон большеберцовых костей

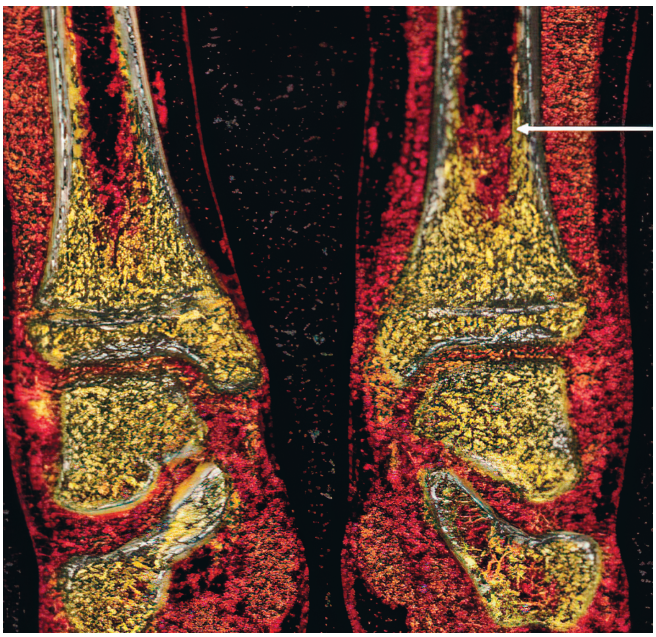


Рис. 9. Тот же пациент. При МСКТ с наложением цветного картирования выявлена асимметрия цветовой гаммы метадиафизарных зон. Характерный признак отека костного мозга в левой большеберцовой кости

При проведении МСКТ на 2–4-е сутки от начала заболевания установлено, что граница отека костного мозга представлена денситометрическими показателями от 0 до +37HU, с тенденцией распространения по диафизу, параметры представлены в таблице 2.

По нашим наблюдениям ранняя диагностическая чувствительность (ДЧ) и специфичность (ДС) при МСКТ (ДЧ=91%. ДС=87%) выше чем при рентгенографии (по данным Н.В. Марочко 2006, ДЧ=21%. ДС=100%) и УЗИ (по данным Н.В. Марочко 2006, ДЧ=90%. ДС=75%) при исследовании трубчатых костей. Полученные нами результаты практически близки к данным других исследователей КТ: ДЧ=99,1%. ДС=80%).

В зависимости от возраста диагностический алгоритм выстраивается в двух направлениях. У пациентов в возрасте до года первым и ранним методом диагностики является ультразвуковое исследование. В зависимости от полученных результатов

Таблица 1

Цифровые денситометрические показатели костномозгового канала метадиафизарных зон трубчатых костей у детей с ОГО, поступивших до 48 часов от начала заболевания при МСКТ

Анатомическая область	Возрастные группы		
	До 1 года	1–3 года	4–6 лет
Верхняя треть бедренной кости, M±σ	–	–	35–45 мм ниже середины большого вертела –12,3±17,9
Верхняя треть большеберцовой кости, M±σ	–	–	45–55 мм ниже зоны роста –10,7±15,3
Нижняя треть большеберцовой кости, M±σ		10–25 мм выше зоны роста +18,6±18,4	

Таблица 2

Цифровые денситометрические показатели костномозгового канала метадиафизарных зон трубчатых костей у детей с ОГО на 2–4-е сутки от начала заболевания при МСКТ

Анатомическая область	Возрастные группы		
	До 1 года	1–3 года	4–6 лет
Верхняя треть бедренной кости, M±σ	–	–	–
Верхняя треть большеберцовой кости	–	–	–
Нижняя треть большеберцовой кости, M±σ	10–25 мм выше зоны роста +18,6±18,4	–	–
Верхняя треть плечевой кости, M±σ	30–45 мм выше зоны роста +16,4±15,5	–	–

УЗИ, при подтверждении диагноза эпифизарного ОГО, проводят оперативное лечение в виде пункции пораженного сустава, а при отрицательных результатах УЗИ и сохраняющейся клинической картине проводят МСКТ, где достоверно опровергают или подтверждают диагноз метаэпифизарного ОГО. У детей старше 1-го года первым и ранним методом диагностики является МСКТ, по результатам которого при подтверждении диагноза проводится оперативное лечение — остеоперфорация, а при отрицательном результате — диагноз исключается.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

МСКТ с применением методик цифровой денситометрии и цветного картирования позволяет в ранние сроки выявить и определить распространенность воспалительного отека в костномозговом канале, как наиболее раннего признака развития ОГО в трубчатых костях. Используемая методика ранней диагностики острого гематогенного остеомиелита у детей имеет высокую чувствительность (91%) и специфичность (87%).

ЛИТЕРАТУРА

1. Беляев М.К. Клиническая картина эпифизарного остеомиелита в детском возрасте. Педиатрия. 2008; 87 (1): 88–90.
2. Bhattacharya M., Joshi N. Spinal epidural abscess with myelitis and meningitis caused by Streptococcus pneumoniae in a young child. J Spinal Cord Med. 2011; 34 (3): 340–3119.
3. Andersen J.B., Mortensen J., Bech B.H., Hojgaard L., Borgwardt L. First experiences from Copenhagen with paediatric single photon emission computed tomography/computed tomography. Nucl. Med Commun. 2011; 32 (5): 356–62.
4. Fullilove S., Jellis J., Hughes S.P., Remick D.G., Friedland J.S. Local and systemic concentrations of tumour necrosis factor-alpha, interleukin-6 and interleukin-8 inbacterial osteomyelitis. Trans.R. Soc. Trop. Med. Hyg. 2000; 94 (2): 22–8.
5. Андреев Д.А., Бессарабов В.И., Пронь С.С. Ошибки при лечении детей с острым гематогенным остеомиелитом. Остеомиелиты у детей: тез. докл. Ижевск; 2006: 7–8.
6. Бландинский В.Ф., Нестеров В.В., Ярцев В.А. Острый гематогенный остеомиелит у новорожденных. Остеомиелиты у детей: тез. докл. Ижевск; 2006: 33–4.
7. Лобанов Ю.А., Цап Н.А., Нагорный Е.Н., Черненко Л.Ю. Осложнения и летальность как основной показатель эффективности лечения детей с острым гематогенным остеомиелитом. Остеомиелиты у детей: тез. докл. Ижевск; 2006: 143–6.
8. Bassiri-Jahromi S., Doostkam, A. Actinomyces and Nocardia Infections in Chronic Granulomatous Disease. Journal of Global Infectious Disease. 2011; 3: 348–52.
9. Hammond P.J., Macnicol P.J. Osteomyelitis of the pelvis and proximal femur: diagnostic difficulties.J. Pediatr. Orthop. 2001; 10 (2): 113–9.
10. Kouame B.D., Dick K.R., Ouattara O. Treatment of complicated childhood osteomyelitis at Yopougon University Hospital, Abidjan (Cote d'lvoire) Sante. 2005; 15 (2): 99–104.

11. Акжигитов Г.Н., Юдин Я.Б. Гематогенный остеомиелит. М.: Медицина; 1998: 48–56.
12. Хрыпов С.В., Красавина Д.А., Веселов А.Г., и др. Особенности тотального эндопротезирования при лечении вторичного коксартроза различного генеза у детей старшего возраста. Педиатр. 2017; 8 (4): 43–7. DOI: 10.17816/PED8443-47.
13. Рейнберг С.А. Рентгенодиагностика заболеваний костей и суставов. М.: Медицина; 1964: 293–332.
14. Рахимов С.Р. Косвенные рентгенологические симптомы острого гематогенного остеомиелита у детей. Тез. докл. Витебск; 1996: 87.
15. Красовская Т.В., Сафонова М.В. Комплексная ультразвуковая и рентгенологическая диагностика воспалительных заболеваний костей и суставов у детей первого года жизни. Медицинская визуализация. 2000; 3: 41–6.
16. Марочко Н.В. Ультразвуковая диагностика острого гематогенного остеомиелита у детей. Автореф. дис. … канд. мед. наук.М.; 2006.
17. Jincharadze N., Dumbadze N. Some clinical characteristics of acute hematogenicosteomielitis in sepsis and int early diagnosis in newborns using joint ultrasound investigation. Diagnostic Ultrasound. 2000; 1: 48–51.
18. Юрьев В.В., Симаходский А.С., Воронович Н.Н., Хомич М.М. Рост и развитие ребенка. Для студентов медицинских вузов и врачей-педиатров. Сер. Краткий справочник (3-е издание, стереотипоное). Санкт-Петербург, 2007.
19. Pineda C., Espinosa R., Pena A. Radiographic imaging in osteomyelitis: the role of plain radiography, computed tomography, ultrasonography, magnetic resonance imaging, and scintigraphy. Semin. Plast. Surg. 2009; 23: 80–9.
20. Pineda C., Vargas A., Rodríguez A. Imaging of osteomyelitis: Current concepts. Infect. Dis. Clin. North. Am. 2006; 20: 789–825.
21. Разинова А., Позднякова О., Масалова В., Поздняков А., Макаров Л., Петренко Ю., Силантьева М. Магнитно резонансная томография по протоколу whole body у детей: клиническое применение. Визуализация в медицине. 2020; 2 (1): 3–15.
22. Lee S.M., Lee S.H., Kang H.Y. Assessment of musculoskeletal infection in rats to determine usefulness of SPIOenhanced MRI. Am.J. Roentgenol. 2007; 189: 542–8.
23. Fukuda Y., Ando K., Ishikura R. Superparamagnetic iron oxide (SPIO) MRI contrast agent for bone marrow imaging: differentiating bone metastasis and osteomyelitis. Magn. Reson. Med. Scien. 2006; 5: 191–6.
24. Averill L. Diagnosis of osteomyelitis in children: Utility of fatsuppressed contrast-enhanced MRI. Am.J. Roentgenol. 2009; 192: 1232–8.
25. Дьячкова Г.В., Митина Ю.Л. Компьютерно-томографическая семиотика остеонекроза и секвестрации при хроническом гематогенном остеомиелите. Вестник хирургии им. И.И. Грекова. 2007; 166 (4): 25–9.
26. Маркосьян С.А., Герасименко А.В., Салин А.Н., Камаев А.Б. Использование спиральной компьютерной томографии в диагностике остеомиелита. Остеомиелиты у детей: тез. докл. Ижевск; 2006: 148–150.
27. Warmann S.W., Dittmann H., Seitz G., Bares R., Fuchs J., Schafer J.F. Follow-up of acute osteomyelitis in children: the possible role of PET/CT in selected ca ses.J. Pediatr. Surg. 2011; 46 (8): 1550–6.
28. Труфанов Г.Е., Рудь С.Д. Рентгеновская компьютерная томография. СПб.: Фолиант; 2008.
29. Черемисин В.М., Лыюров Д.А., Дитятев И.П., Сварич В.Г. Критерий денситометрических характеристик метадиафизарных и диафизарных зон трубчатых костей у здоровых детей по данным компьютерной томографии. Врач-аспирант. 2014; 2: 93–6.
30. Баиров Г.А., Рошаль Л.М. Гнойная хирургия детей. СПб.: Медицина; 1991: 216–7.
31. Кармазановский Г.Г. Оценка диагностической значимости метода (чувствительность, специфичность, общая точность). Анналы хирургической гепатологии. 1997; 2: 139–42.
32. De Eulate A.L., Bilbao E.S. Infections of the Musculoskeletal system. Radiologic Findings. 2012; C-0460: 1–25.

REFERENCES

1. Belyayev M.K. Klinicheskaya kartina epifizarnogo osteomiyelita v detskom vozraste. [The clinical picture of epiphyseal osteomyelitis in childhood]. Pediatriya. 2008; 87 (1): 88–90. (In Russian).
2. Bhattacharya M., Joshi N. Spinal epidural abscess with myelitis and meningitis caused by Streptococcus pneumoniae in a young child. J Spinal Cord Med. 2011; 34 (3): 340–3119.
3. Andersen J.B., Mortensen J., Bech B.H., Hojgaard L., Borgwardt L. First experiences from Copenhagen with paediatric single photon emission computed tomography/computed tomography. Nucl. Med Commun. 2011; 32 (5): 356–62.
4. Fullilove S., Jellis J., Hughes S.P., Remick D.G., Friedland J.S. Local and systemic concentrations of tumour necrosis factor-alpha, interleukin-6 and interleukin-8 inbacterial osteomyelitis. Trans.R. Soc. Trop. Med. Hyg. 2000; 94 (2): 22–8.
5. Andreyev D.A., Bessarabov V.I., Pron' S.S. Oshibki pri lechenii detey s ost-rym gematogennym osteomiyelitom. [Errors in the treatment of children with acute hematogenous osteomyelitis]. Osteomiyelity u detey: tez. dokl. Izhevsk; 2006: 7–8. (In Russian).
6. Blandinskiy V.F., Nesterov V.V., Yartsev V.A. Ostryy gematogennyy osteo-miyelit u novorozhdennykh. [Acute hematogenous osteo-myelitis in newborns]. Osteomiyelity u detey: tez. dokl. Izhevsk; 2006: 33–4. (In Russian).
7. Lobanov Yu.A., Tsap N.A., Nagornyy Ye.N., Chernenko L. Yu. Oslozhneniya i le-tal'nost' kak osnovnoy pokazatel' effektivnosti lecheniya detey s ostrym gematogennym osteomiyelitom. [Complications and mortality as the main indicator of the effectiveness of treatment of children with acute he-

matogenous osteomyelitis]. Osteomiyelity u detey: tez. dokl. Izhevsk; 2006: 143–6. (In Russian).
8. Bassiri-Jahromi S., Doostkam, A. Actinomyces and Nocardia Infections in Chronic Granulomatous Disease. Journal of Global Infectious Disease. 2011; 3: 348–52.
9. Hammond P.J., Macnicol P.J. Osteomyelitis of the pelvis and proximal femur: diagnostic difficulties.J. Pediatr. Orthop. 2001; 10 (2): 113–9.
10. Kouame B.D., Dick K.R., Ouattara O. Treatment of complicated childhood osteomyelitis at Yopougon University Hospital, Abidjan (Cote d'lvoire) Sante. 2005; 15 (2): 99–104.
11. Akzhigitov G.N., Yudin Ya.B. Gematogennyy osteomiyelit. [Hematogenous osteomyelitis]. Moscow: Meditsina Publ.; 1998: 48–56. (In Russian).
12. Khrypov S.V., Krasavina D.A., Veselov A.G., i dr. Osobennosti total'nogo en-doprotezirovaniya pri lechenii vtorichnogo koksartroza razlichnogo geneza u detey starshego vozrasta. [Features of total endoprosthetics in the treatment of secondary coxarthrosis of various origins in older children]. Pediatr. 2017; 8 (4): 43–7. DOI: 10.17816/PED8443-47. (In Russian).
13. Reynberg S.A. Rentgenodiagnostika zabolevaniy kostey i sustavov. [X-ray diagnostics of diseases of bones and joints]. Moscow: Meditsina Publ.; 1964: 293–332. (In Russian).
14. Rakhimov S.R. Kosvennyye rentgenologicheskiye simptomy ostrogo gematogenno-go osteomiyelita u detey. [Indirect radiological symptoms of acute hematogenous osteomyelitis in children]. Tez. dokl. Vitebsk; 1996: 87. (In Russian).
15. Krasovskaya T.V., Safonova M.V. Kompleksnaya ul'trazvukovaya i rentgenologi-cheskaya diagnostika vospalitel'nykh zabolevaniy kostey i sustavov u detey pervogo goda zhizni. [Complex ultrasound and X-ray diagnostics of inflammatory diseases of bones and joints in children of the first year of life]. Meditsinskaya vizualizatsiya. 2000; 3: 41–6. (In Russian).
16. Marochko N.V. Ul'trazvukovaya diagnostika ostrogo gematogennogo osteomiye-lita u detey. [Ultrasound diagnostics of acute hematogenous osteomyelitis in children]. Avtoref. dis. … kand. med. nauk.M.; 2006. (In Russian).
17. Jincharadze N., Dumbadze N. Some clinical characteristics of acute hematogenicosteomielitis in sepsis and int early diagnosis in newborns using joint ultrasound investigation. Diagnostic Ultrasound. 2000; 1: 48–51.
18. Yur'yev V.V., Simakhodskiy A.S., Voronovich N.N., Khomich M.M. Rost i razvitiye rebenka. [Child growth and development]. Dlya studentov meditsinskikh vuzov i vrachey-pediatrov. Ser. Kratkiy spravochnik (3-ye izdaniye, stereotiponoye). Sankt-Peterburg, 2007. (In Russian).
19. Pineda C., Espinosa R., Pena A. Radiographic imaging in osteomyelitis: the role of plain radiography, computed tomography, ultrasonography, magnetic resonance imaging, and scintigraphy. Semin. Plast. Surg. 2009; 23: 80–9.
20. Pineda C., Vargas A., Rodríguez A. Imaging of osteomyelitis: Current concepts. Infect. Dis. Clin. North. Am. 2006; 20: 789–825.
21. Razinova A., Pozdnyakova O., Masalova V., Pozdnyakov A., Makarov L., Petrenko Yu., Silant'yeva M. Magnitno rezonansnaya tomografiya po protokolu whole body u detey: klinicheskoye primeneniye. [Magnetic resonance imaging under the whole body protocol in children: clinical use]. Vizualizatsiya v meditsine. 2020; 2 (1): 3–15. (In Russian).
22. Lee S.M., Lee S.H., Kang H.Y. Assessment of musculoskeletal infection in rats to determine usefulness of SPIOenhanced MRI. Am.J. Roentgenol. 2007; 189: 542–8.
23. Fukuda Y., Ando K., Ishikura R. Superparamagnetic iron oxide (SPIO) MRI contrast agent for bone marrow imaging: differentiating bone metastasis and osteomyelitis. Magn. Reson. Med. Scien. 2006; 5: 191–6.
24. Averill L. Diagnosis of osteomyelitis in children: Utility of fatsuppressed contrast-enhanced MRI. Am.J. Roentgenol. 2009; 192: 1232–8.
25. D'yachkova G.V., Mitina Yu.L. Komp'yuterno-tomograficheskaya semiotika os-teonekroza i sekvestratsii pri khronicheskom gematogennom osteomiyelite. [Computed tomographic semiotics of osteonecrosis and sequestration in chronic hematogenous osteomyelitis]. Vestnik khi-rurgii im. I.I. Grekova. 2007; 166 (4): 25–9. (In Russian).
26. Markos'yan S.A., Gerasimenko A.V., Salin A.N., Kamayev A.B. Ispol'zovaniye spiral'noy komp'yuternoy tomografii v diagnostike osteomiyelita. [The use of spiral computed tomography in the diagnosis of osteomyelitis]. Osteomiyelity u detey: tez. dokl. Izhevsk; 2006: 148–150. (In Russian).
27. Warmann S.W., Dittmann H., Seitz G., Bares R., Fuchs J., Schafer J.F. Follow-up of acute osteomyelitis in children: the possible role of PET/CT in selected ca ses.J. Pediatr. Surg. 2011; 46 (8): 1550–6.
28. Trufanov G.Ye., Rud' S.D. Rentgenovskaya komp'yuternaya tomografiya. [X-ray computed tomography]. St.-Petersburg: Foliant Publ.; 2008. (In Russian).
29. Cheremisin V.M., Lyyurov D.A., Dityatev I.P., Svarich V.G. Kriteriy densito-metricheskikh kharakteristik metadiafizarnykh i diafizarnykh zon trubchatykh kostey u zdorovykh detey po dannym komp'yuternoy tomografii. [A criterion for the densitometric characteristics of metadiaphyseal and diaphyseal zones of tubular bones in healthy children according to computed tomography]. Vrach-aspirant. 2014; 2: 93–6. (In Russian).
30. Bairov G.A., Roshal' L.M. Gnoynaya khirurgiya detey. [Purulent surgery of children]. St.-Petersburg: Meditsina Publ.; 1991: 216–7. (In Russian).
31. Karmazanovskiy G.G. Otsenka diagnosticheskoy znachimosti metoda (chuvstvi-tel'nost', spetsifichnost', obshchaya tochnost'). [Assessment of the diagnostic significance of the method (sensitivity, specificity, overall accuracy.) Annals of Surgical Hepatology]. Annaly khirurgicheskoy gepatologii. 1997; 2: 139–42. (In Russian).
32. De Eulate A.L., Bilbao E.S. Infections of the Musculoskeletal system. Radiologic Findings. 2012; C-0460: 1–25.