

От приглашенного редактора

Диагностическое доплеровское картирование острого гематогенного остеомиелита у детей

Полковникова С.А.¹, Завадовская В.Д.², Перова Т.Б.², Куражов А.П.²

¹ Областное государственное автономное учреждение здравоохранения "Больница скорой медицинской помощи №2", Томск, Россия

² ГБОУ ВПО "Сибирский государственный медицинский университет" Минздрава России, Томск, Россия

Diagnostic Doppler Mapping of Acute Hematogenous Osteomyelitis in Children

Polkovnikova S.A.¹, Zavadovskaya V.D.², Perova T.B.², Kurazhov A.P.²

¹ Regional State Autonomous Institution of Health "Emergency Hospital №2", Tomsk, Russia

² Siberian State Medical University, Tomsk, Russia

Наряду с В-режимом при исследовании больных с подозрением на остеомиелит для выявления васкуляризации надкостницы используют доплеровское картирование.

Цель исследования: оценить информативность дуплексного сканирования в режиме цветового и энергетического доплеровского картирования (ЦДК и ЭДК) в диагностике различных фаз острого гематогенного остеомиелита у детей.

Материал и методы. В исследовании включено 23 ребенка в возрасте от 2 до 15 лет с острым гематогенным остеомиелитом, которые поступили по скорой помощи в детскую хирургическую больницу г. Томска в период 2009–2015 гг. в сроки от 1 до 14 сут от начала появления первых клинических признаков заболевания. Ультразвуковое исследование (ультразвуковой сканер Mindray M7 с линейным мультислотным датчиком 9–12 МГц) в день поступления выполняли всем детям (n = 23; 100%) в В-режиме и с использованием режимов ЦДК и ЭДК.

Результаты. Ультразвуковая картина интрамедуллярной фазы острого гематогенного остеомиелита выявлена на 1–3-и сутки от начала заболевания и заключалась в сочетании снижения эхогенности надкостницы и ее повышенной васкуляризации в виде множественных локусов и повышенной реактивной васкуляризации прилежащих мягких тканей. Данные ультразвукового исследования обладают наибольшей чувствительностью при остром гематогенном остеомиелите в экстрамедуллярную фазу при поднадкостничном абсцессе как в В-режиме, так и при ЦДК и/или ЭДК в связи с отчетливой визуализацией жидкости, отграниченной отслоившейся надкостницей и высокой васкуляризацией надкостницы. Остеомиелитическая флегмона вследствие расплавления надкостницы, жидкостных скоплений, прилегающих к кости, сопровождается скудной васкуляризацией, что в режимах ЦДК и/или ЭДК приводит к уве-

личению ложноотрицательных результатов и соответственно к снижению чувствительности (87,5%) по сравнению с картиной поднадкостничного абсцесса (100%).

Заключение. Диагностическая значимость доплеровского картирования при всех фазах остеомиелитического процесса позволяет увеличить показатели информативности метода по сравнению с В-режимом и сократить продолжительность диагностического этапа исследования.

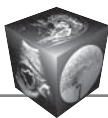
Ключевые слова: острый гематогенный остеомиелит, ультразвуковая диагностика, доплеровское картирование.

Doppler mapping is used along with the B-mode to identify the vascularization of the periosteum in patients with suspected osteomyelitis.

Objective: to estimate the information content in duplex scanning mode, color and power Doppler mapping (DSM and PDM) in diagnosing different phases of acute hematogenous osteomyelitis in children.

Material and methods. The study included 23 children aged from 2 to 15 with acute hematogenous osteomyelitis who came by way of ambulance to the children's surgical hospital in Tomsk in the period 2009–2015 in the period from 1 to 14 days after the onset of clinical signs of disease. Ultrasonography (ultrasound scanner Mindray M7 with multifrequency linear transducer 9–12 MHz) was performed on the day of receipt of all the children (n = 23; 100%) in B-mode and using color and power Doppler imaging.

Results. Ultrasound picture of intramedullary phase of acute osteomyelitis was detected on 1–3 day from the onset of the disease and is a combination of hypo echogenicity of the periosteum and increased vascularization in the form of multiple loci and increased reactive vascularization of the adjacent soft tissues. Ultrasound data have the highest sensitivity for acute hematogenous osteomyelitis in extramedullary phase with subperiosteal abscess



in B-mode, and in the color and power Doppler in connection with a clear visualization of the fluid, demarcated exfoliated periosteum and high vascularization of the periosteum. Osteomyelitis due to melting periosteum phlegmon, liquid accumulations adjacent to bone is accompanied by poor vascularization that color and power Doppler mapping increases the false-negative results and thus – to reduce sensitivity (87.5%) compared with the picture subperiosteal abscess (100%).

Conclusion. Diagnostic significance during all phases of the osteomyelitic process can increase the information content of indicators method in comparison with the B-mode and shorten the diagnostic phase of the study.

Key words: acute hematogenous osteomyelitis, ultrasound diagnostics, Doppler mapping.

Введение

Разработка и выполнение стандартов лечебных мероприятий с применением современной антибиотикотерапии, внедрение новой диагностической аппаратуры вносят свой положительный вклад в результаты лечения гнойно-септических заболеваний [1, 2]. Однако остаются окончательно нерешенными клинико-диагностические аспекты при воспалительных поражениях опорно-двигательного аппарата, таких как остеомиелит. На сегодняшний день в качестве утвердившего себя метода ранней диагностики острого гематогенного остеомиелита у детей достаточно широко используют ультразвуковое сканирование [3–7]. Благодаря появлению новых высокочастотных линейных датчиков (с частотой сканирования 7–18 МГц) и методикам дуплексного сканирования ультразвуковой метод позволяет объективно с высокой степенью достоверности оценить рентгеногегативные и рентгенопозитивные структуры: кожу, подкожно-жировой слой, мышцы, сухожилия, связки, синовиальные сумки, хрящ, надкостницу, кортикальный слой кости, а также кровоснабжение в зоне интереса [8]. Несмотря на общепризнанную информативность ультразвукового исследования в диагностике остеомиелита, мы не встретили в литературе данных с описанием кровоснабжения надкостницы и окружающих пара-

оссальных мягких тканей в различные фазы воспалительного процесса.

Цель исследования

Оценить информативность дуплексного сканирования в режимах цветового и энергетического доплерровского картирования (ЦДК и ЭДК) в диагностике различных фаз острого гематогенного остеомиелита у детей.

Материал и методы

В исследовании включено 23 ребенка в возрасте от 2 до 15 лет с острым гематогенным остеомиелитом, которые поступили по скорой помощи в детскую хирургическую больницу г. Томска в период 2009–2015 гг. в сроки от 1 до 14 сут от начала появления первых клинических признаков заболевания.

Критерии включения: дети от 2 до 15 лет с острым гематогенным остеомиелитом.

Критерии исключения: дети до 2 лет с воспалительными заболеваниями мягких тканей, с травматическими поражениями костей и суставов, с инфекционно-аллергическими артритами, с туберкулезным поражением костей и суставов.

Среди обследуемых незначительно преобладали мальчики – 13 (56,52%) человек, девочек было 10 (43,47%).

В 1-ю неделю от начала клинических симптомов заболевания обратились 15 (21,73%) человек, из них в первые 3 сут – 9 (39,13%) детей, через неделю и более от момента появления первых симптомов заболевания – 8 (34,78%) детей.

Наиболее частой локализацией воспаления были нижние конечности: бедренная ($n = 9$; 39,13%) и большеберцовая кость ($n = 7$; 30,43%), а также плечевая ($n = 4$; 17,39%). У 3 (13,04%) детей обнаружено поражение малоберцовой кости голени.

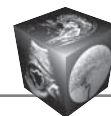
Интрамедуллярная фаза остеомиелита диагностирована в 11 случаях, экстрамедуллярная – в 12 (субпериостальный абсцесс – 4, остеомиелитическая флегмона – 8).

Для корреспонденции: Полковникова Светлана Александровна – 634021 Томск, ул. О. Кошевого, 72. Больница скорой медицинской помощи №2. Тел.: 8-3822-45-11-50. E-mail: svpolk@mail.ru

Полковникова Светлана Александровна – канд. мед. наук, врач-рентгенолог, врач ультразвуковой диагностики ОГАУЗ “Больница скорой медицинской помощи №2”, Томск; **Завадовская Вера Дмитриевна** – доктор мед. наук, профессор, заведующая кафедрой лучевой диагностики и лучевой терапии ГБОУ ВПО СибГМУ МЗ РФ, Томск; **Перова Борисовна Татьяна** – канд. мед. наук, доцент кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии ГБОУ ВПО СибГМУ МЗ РФ, Томск; **Куражов Алексей Петрович** – доктор мед. наук, профессор кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии ГБОУ ВПО СибГМУ МЗ РФ, Томск.

Contact: Svetlana Polkovnikova – 634021 Tomsk, O. Koshevogo str., 72. Emergency Hospital №2. Phone: +7-3822-45-11-50. E-mail: svpolk@mail.ru

Polkovnikova Svetlana Aleksandrovna – cand. of med. sci., doctor-radiologist, physician ultrasound diagnosis Autonomous regional state health agency “Emergency Hospital №2”, Tomsk; **Zavadovskaya Vera Dmitrievna** – doct. of med. sci., professor, Head of the department of radiation diagnosis and radiotherapy of “Siberian State Medical University”, Tomsk; **Perova Tatiana Borisovna** – cand. of med. sci., assistant professor of radiation diagnosis and radiotherapy Medical University SibSMU Russian Ministry of Health, Tomsk; **Kurazhov Aleksey Petrovich** – doct. of med. sci., professor of radiation diagnosis and radiotherapy of “Siberian State Medical University”, Tomsk.



Оперативное вмешательство выполнено всем пациентам ($n = 23$; 100%), включая закрытую ($n = 10$; 43,47%) и открытую остеоперфорацию ($n = 13$; 56,52%).

Всем детям с подозрением на остеомиелит ($n = 32$; 100%) выполняли рентгенографию пораженного отдела скелета (Appolo, Италия).

Ультразвуковое исследование (ультразвуковой сканер Mindray M7 с линейным мультимодальным датчиком 9–12 МГц) выполняли в день поступления всем детям ($n = 23$; 100%) в продольной, поперечной плоскостях по отношению к оси кости в В-режиме и с использованием дуплексного сканирования (в режимах ЦДК и ЭДК). Оценивали качественное изменение сосудистого рисунка надкостницы и параоссальных мягких тканей.

Степень васкуляризации определяли по следующей методике: на выделенной площади исследуемой области подсчитывали число цветковых сигналов, отображающих сосуды надкостницы и параоссальных мягких тканей. Классифицировали их число по следующим показателям: 0 – аваскулярно, I (единичные сосуды) – 1–2 цветковых локуса; II (повышенная васкуляризация) – 3–4 цветковых локуса, III (гиперваскулярно) – 5 и более цветковых сигналов.

В норме при ЦДК в мягких тканях конечности визуализируют единичные цветковые локусы, что соответствует оценке I. Надкостница в цветовом изображении интактна либо имеет единичный цветовой локус в метафизарном отделе длинной трубчатой кости вблизи зоны роста (0–I) (рис. 1).

При ультразвуковом исследовании конечностей у детей с острым гематогенным остеомиелитом мы использовали ранее описанные ультразвуковые признаки интра- и экстрамедуллярной фаз костного воспаления [9].

Результаты

Ультразвуковая картина интрамедуллярной фазы остеомиелита ($n = 11$)

При ультразвуковом исследовании пациентов на 1–3-и сутки от начала заболевания у 7 из 11 де-

тей определяли отек параоссальных мягких тканей на уровне метафиза пораженной конечности в виде утолщения и повышения эхогенности. Надкостница была неравномерно утолщена (до 1,5–2,0 мм) и имела сниженную эхогенность в 9 случаях. При этом снижение эхогенности надкостницы регистрировали на уровне метафиза в 6 наблюдениях, на уровне метафиза и диафиза – в 3. Кортикальный слой был ровным, непрерывным на всем протяжении. У 2 больных изменений в мягких тканях и надкостнице в В-режиме не было.

Результаты использования ЦДК и ЭДК представлены в табл. 1.

При ультразвуковом исследовании мягких тканей пораженной конечности в режимах ЦДК и ЭДК у 8 из 11 пациентов было обнаружено увеличение числа цветковых локусов в параоссальных мягких тканях вокруг гипоехогенной надкостницы. Гиперваскуляризацию надкостницы наблюдали на уровне метафиза у 5 и метафиза и диафиза – у 3 детей, что сочеталось с изменением ее эхогенности по данным В-режима. При этом у всех 8 больных степень васкуляризации надкостницы была высокой (III степень) (рис. 2).

Из 11 больных с интрамедуллярной фазой остеомиелита у 2 пациентов, обратившихся в первые 2 сут от начала заболевания, при отсутствии изменений в В-режиме при использовании ЦДК у одного ребенка в мягких тканях визуализировали единичные цветковые локусы, в то время как в надкостнице определяли повышенное число цветковых сигналов. У второго ребенка, обратившегося в 1-е сутки от начала заболевания, при исследовании в В-режиме и при использовании методик ЦДК и ЭДК не выявлено ультразвуковых отличий от здоровой конечности.

При экстренном оперативном вмешательстве у всех пациентов ($n=11$) была подтверждена интрамедуллярная фаза остеомиелита на основании получения гноя из костно-мозгового канала под большим давлением на уровне изменений надкостницы, выявленных при ультразвуковом исследовании.

Таблица 1. Степень васкуляризации параоссальных мягких тканей и надкостницы при интрамедуллярной фазе остеомиелита

Степень васкуляризации/ область исследования	Параоссальные мягкие ткани, $n/\%$	Надкостница, $n/\%$
0 (аваскулярно)	–	–
I (единичные сосуды)	3/27,27	2/18,8
II (повышенная васкуляризация)	5/45,45	2/18,8
III (гиперваскулярно)	3/27,3	7/63,63
Всего	11/100	11/100

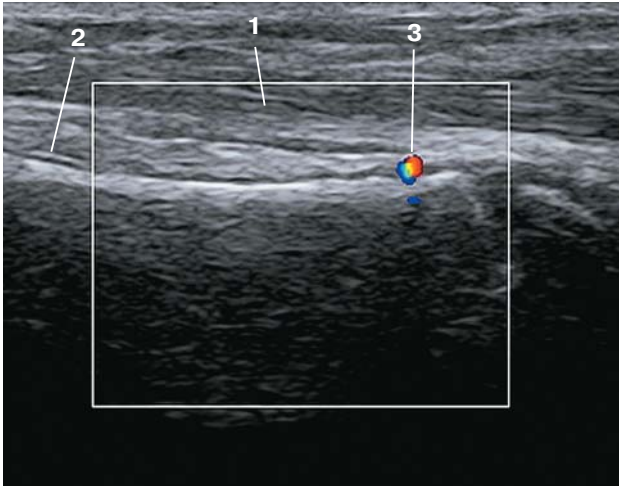


Рис. 1. УЗ-изображение в режиме ЦДК дистального отдела бедренной кости здорового ребенка 5 лет: 1 – параоссальные мягкие ткани; 2 – надкостница; 3 – единственный цветовой локус дистального отдела неизменной надкостницы.

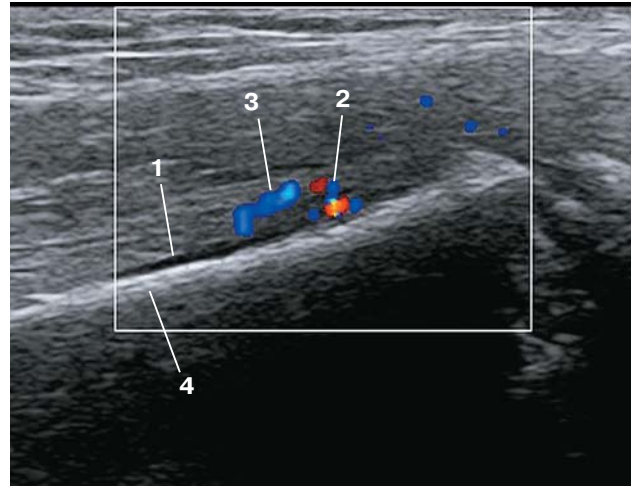


Рис. 2. УЗ-изображение в режиме ЦДК дистального отдела бедра ребенка 5 лет с острым гематогенным остеомиелитом, 3-й день заболевания (интрамедуллярная фаза): 1 – утолщенная анэхогенная надкостница; 2 – увеличение количества цветковых локусов надкостницы; 3 – увеличение цветковых локусов в параоссальных мягких тканях; 4 – непрерывный кортикальный слой кости.

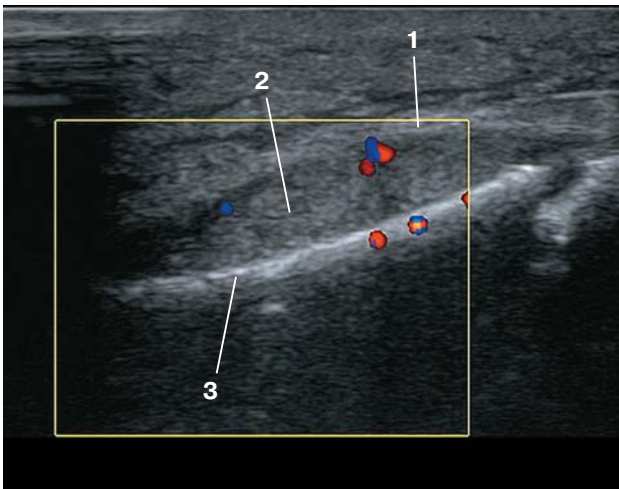


Рис. 3. УЗ-изображение в режиме ЦДК проксимального отдела большеберцовой кости ребенка 7 лет с острым гематогенным остеомиелитом, 5-е сутки от начала заболевания (субпериостальный абсцесс): 1 – утолщенная гипervasкулярная надкостница; 2 – субпериостальное скопление жидкости; 3 – неровность кортикального слоя кости.

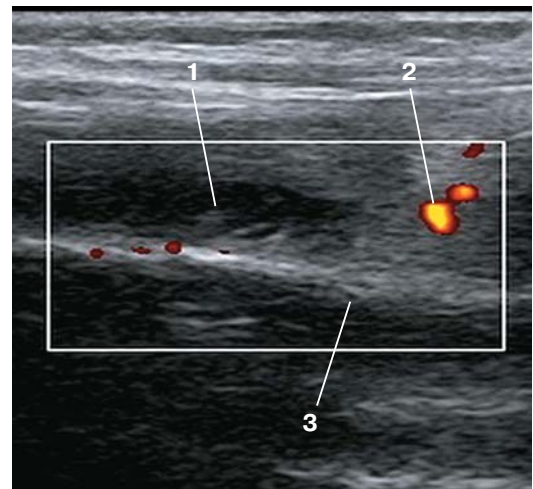


Рис. 4. УЗ-изображение в режиме ЭДК дистального отдела бедра ребенка 10 лет с острым гематогенным остеомиелитом, 9-е сутки от начала заболевания (остеомиелитическая флегмона): 1 – параоссальное скопление анэхогенной жидкости; 2 – наличие небольшого количества цветковых локусов в межмышечных слоях; 3 – неровность кортикального слоя кости.

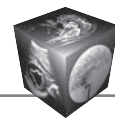


Таблица 2. Степень васкуляризации параоссальных мягких тканей и надкостницы при экстрамедуллярной фазе остеомиелита в стадии субпериостального абсцесса

Степень васкуляризации/ область исследования	Параоссальные мягкие ткани, п/%	Надкостница, п/%
0 (аваскулярно)	–	–
I (единичные сосуды)	2/50	–
II (повышенная васкуляризация)	2/50	3/75
III (гиперваскулярно)	–	1/25
Всего	4/100	4/100

Таблица 3. Степень васкуляризации параоссальных мягких тканей и надкостницы при экстрамедуллярной фазе остеомиелита в стадии остеомиелитической флегмоны

Степень васкуляризации/ область исследования	Параоссальные мягкие ткани, п/%	Надкостница, п/%
0 (аваскулярно)	4/50	–
I (единичные сосуды)	1/12,5	–
II (повышенная васкуляризация)	1/12,5	–
III (гиперваскулярно)	2/25	–
Всего	8/100	8/100

Показатели диагностической эффективности были следующие: В-режим: ИП = 9, ИО = 0, ЛП = 0, ЛО = 2; режим ЦДК: ИП = 10, ИО = 0, ЛП = 0, ЛО = 1.

Чувствительность метода составила в В-режиме 81,81%, при использовании режима ЦДК – 90,9%.

Ультразвуковые признаки экстрамедуллярной фазы воспаления (n = 12)

Иная ультразвуковая картина была выявлена в группе детей из 12 человек, обратившихся на 4–14-е сутки от начала болезни. У 4 (33,3%) из 12 детей, поступивших на 4–7-е сутки болезни, помимо утолщения параоссальных мягких тканей отмечалось субпериостальное скопление неоднородного субстрата в метафизарном отделе кости в сочетании с гиперэхогенной утолщенной надкостницей, переходящей в гипозоногенную надкостницу диафиза. Кортикальный слой на отдельных участках был неровным.

Результаты исследований в режимах ЦДК и ЭДК приведены в табл. 2.

При ЦДК и ЭДК определяли немногочисленные цветочные локусы в мягких тканях вокруг утолщенной надкостницы. От надкостницы регистрировали повышенное количество цветочных локусов, увеличение числа которых нарастало к диафизу с последующим их исчезновением (рис. 3).

Ультразвуковая картина субпериостального абсцесса была подтверждена экстренной открытой остеоперфорацией, при которой вскрывали субпериостальный абсцесс, а из костно-мозгового канала выделялся гной без давления. Протяженность наложения перфорационных отверстий

совпадала с ультразвуковыми признаками изменений надкостницы.

Показатели диагностической эффективности у больных с экстрамедуллярной фазой заболевания в стадии субпериостального абсцесса как в В-режиме, так и в режимах ЦДК и ЭДК составили: ИП = 4, ИО = 0, ЛО = 0, ЛП = 0, а чувствительность достигала 100%.

У других 8 (66,6%) из 12 детей, обратившихся на 7–14-е дни заболевания, при сканировании конечности в В-режиме визуализировали неоднородные жидкостные скопления в параоссальных мягких тканях. При этом у 6 человек жидкостные скопления прилегали к кортикальному слою кости, а в 2 случаях жидкость не контактировала с костью. Наличие фрагментов надкостницы определяли у 2 детей, неровность кортикального слоя – у 3. Остеомиелитическая флегмона была установлена по данным ультразвукового исследования в В-режиме у 6 (75,0%) человек. Диагностика остеомиелита у других 2 человек вызвала затруднения, так как жидкостные скопления без четких контуров и локализованные в мягких тканях не имели четкого прилегания к кости.

Результаты исследования в режимах ЦДК и ЭДК приведены в табл. 3.

Данные табл. 3 свидетельствуют о том, что в группе больных с остеомиелитической флегмоной степень васкуляризации мягких тканей у большинства пациентов (n = 6) была невысокой, надкостницу, как правило, не визуализировали, а в видимых у 2 детей фрагментах надкостницы не регистрировали цветочные локусы (рис. 4).



Неоднозначная ультразвуковая картина в В-режиме и отсутствие кровотока в параоссальных мягких тканях не позволили нам в одном наблюдении отличить флегмону мягких тканей от межмышечной остеомиелитической флегмоны. Однако при открытой остеоперфорации остеомиелитическая флегмона была подтверждена во всех наблюдениях.

Показатели диагностической эффективности у больных в экстрамедуллярную фазу в стадии остеомиелитической флегмоны имели следующие результаты.

В В-режиме: ИП = 6, ИО = 0, ЛО = 2, ЛП = 0, в режиме ЦДК и/или ЭДК: ИП = 7; ИО = 0; ЛО = 1; ЛП = 0. Чувствительность метода при В-режиме составила 75,0%, при использовании ЦДК и/или ЭДК – 87,5%.

Обсуждение

Сложности ранней диагностики остеомиелита у детей являются общепризнанной проблемой, в решении которой достаточно результативно используется и ультразвуковое исследование.

Несмотря на ограничения в ультразвуковой визуализации структуры кости, эхографические изменения надкостницы и окружающих мягких тканей позволяют диагностировать остеомиелитический процесс [8, 9]. Наряду с В-режимом при обследовании больных с подозрением на остеомиелит в последнее десятилетие используют режимы ЦДК и ЭДК, при этом основным признаком заболевания считается васкуляризация надкостницы [10, 11].

Проведенное исследование посвящено возможностям ультразвукового исследования в зависимости от фаз воспалительного процесса, что до настоящего времени не нашло должного отражения в литературе.

Ультразвуковая картина интрамедуллярной фазы острого гематогенного остеомиелита была выявлена нами на 1–3-и сутки от начала развития заболевания и заключалась в сочетании снижении эхогенности надкостницы и ее повышенной васкуляризации в виде множественных локусов и повышенной реактивной васкуляризации прилежащих мягких тканей. Результаты исследований в режимах ЦДК и/или ЭДК повысили чувствительность ультразвукового исследования в выявлении интрамедуллярной фазы острого гематогенного остеомиелита с 81,81 до 90,9% за счет уменьшения ложноотрицательных результатов.

В литературе приводятся противоречивые данные о сроках регистрации повышенной васкуляризации в надкостнице. Так, Н.С. Chao и соавт. (1999) указывали на отсутствие визуализации кровотока

в надкостнице и прилежащих мягких тканях ранее 4 дней от начала заболевания [3]. Наши данные согласуются с результатами Р. Collado и соавт. (2008), которые также указывали на повышенное количество цветковых локусов в надкостнице, не описывая этот признак как симптом интрамедуллярной фазы острого гематогенного остеомиелита [12].

Исследователями достаточно широко описывается картина поднадкостничного абсцесса, включая возможности ультразвукового исследования при выполнении пункции поднадкостничной жидкости [4]. Сравнительных данных о характере васкуляризации в ранний период развития заболевания и после формирования поднадкостничного абсцесса не приводится. В проведенном нами исследовании результаты ультразвукового исследования обладают наибольшей чувствительностью при остром гематогенном остеомиелите в экстрамедуллярную фазу при поднадкостничном абсцессе как в В-режиме, так и при ЦДК и/или ЭДК за счет отчетливой визуализации жидкости, отграниченной отслоившейся надкостницей, и высокой васкуляризации надкостницы.

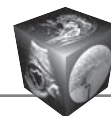
Остеомиелитическая флегмона вследствие расплавления надкостницы, жидкостных скоплений, прилежающих к кости, сопровождается достаточно скудной степенью васкуляризации, что в режимах ЦДК и/или ЭДК приводит к увеличению ложноотрицательных результатов, а следовательно, к снижению чувствительности (87,5%) по сравнению с картиной поднадкостничного абсцесса (100%).

Заключение

Анализируя возможности методик ЦДК и ЭДК в исследовании больных с острым гематогенным остеомиелитом, можно говорить об их диагностической значимости при всех фазах остеомиелитического процесса, что позволяет увеличить показатели информативности метода по сравнению с В-режимом и сократить продолжительность диагностического этапа исследования.

Список литературы / References

1. Malcius D., Jonkus M., Kuprionis G. et al. The accuracy of different imaging techniques in diagnosis of acute hematogenous osteomyelitis. *Medicina (Kaunas)*. 2009; 45 (8): 624–629.
2. Mpalaris V., Arsos G., Iakovou I. et al. Discordance between MRI and bone scan findings in a child with acute complicated osteomyelitis: scintigraphic features that contribute to the early diagnosis. *Rev. Esp. Med. Nucl. Imagen. Mol.* 2014; 33 (2): 106–108.
3. Chao H.C., Lin S.J., Huang Y.C., Lin T.Y. Color Doppler ultrasonographic evaluation of osteomyelitis in children. *J. Ultrasound Med.* 1999; 8: 729–734.



4. Robben S.G. Ultrasonography of musculoskeletal infections in children. *Eur. Radiol.* 2004; 14 (Suppl. 4): L65–77.
5. Chau C.L., Griffith J.F. Musculoskeletal infections: ultrasound appearances. *Clin. Radiol.* 2005; 60 (2): 149–159.
6. Коваль А.Н., Рудик А.А., Четчка Д.Ю. Клинико-диагностические особенности острой стадии гематогенного остеомиелита длинных трубчатых костей у лиц молодого возраста. *Дальневосточный медицинский журнал.* 2008; 1: 39–41.
Koval A.N., Rudik A.A., Chechetka D.Yu. Clinical and diagnostic features of acute stage of osteomyelitis of the long bones in young adults. *Dalnevostochniy meditsinskiy zhurnal.* 2008; 1: 39–41. (In Russian)
7. Mantsopoulos K., Wurm J., Iro H., Zenk J. Role of ultrasonography in the detection of a subperiosteal abscess secondary to mastoiditis in pediatric patients. *Ultrasound Med. Biol.* 2015; 41 (6): 1612–1615.
8. Ватолин К.В., Пыков М.И., Выборнов Д.Ю. и др. Возможности комплексной ультразвуковой диагностики репаративного остеогенеза в норме при переломах длинных костей у детей. *Вестник Российского научного центра рентгенорадиологии МЗ РФ.* 2011; 11: <http://vestnik.rncrr.ru/vestnik/v11/v11.htm#N1>
9. Завадовская В.Д., Полковникова С.А., Зоркальцев М.А. и др. Ультразвуковая картина острого гематогенного остеомиелита у детей в соответствии с фазами течения костного воспаления. *Лучевая диагностика и терапия.* 2011; 1 (2): 104–110.
Zavadovskaya V.D., Polkovnikova S.A., Zorkalcev M.A. et al. Ultrasound picture of acute osteomyelitis in children under current phases bone inflammation. *Luchevaya diagnostika i terapiya* 2011; 1 (2): 104–110. (In Russian)
10. Chao H.C., Kong M.S., Lin T.Y. et al. Sonographic and color Doppler sonographic diagnosis of acute osteomyelitis: report of one case. *Acta Paediatr. Taiwan.* 1999; 40 (4): 268–270.
11. Azam Q., Ahmad I., Abbas M. et al. Ultrasound and colour Doppler sonography in acute osteomyelitis in children. *Acta Orthop. Belg.* 2005; 71 (5): 590–596.
12. Collado P., Naredo E., Calvo C., Crespo M. Role of power Doppler sonography in early diagnosis of osteomyelitis in children. *J. Clin. Ultrasound.* 2008; 36 (4): 251–253.