

УДК 616.006.8+616-071

<http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2023-14-4-45-51>

ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ УЛЬТРАСОНОГРАФИИ ПРИ МЕТАЭПИФИЗАРНОМ ОСТЕОМИЕЛИТЕ У ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ВОЗРАСТА: ПРОСПЕКТИВНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

¹С. А. Полковникова^{✉*}, ²В. Д. Завадовская[✉], ²А. К. Траудт[✉], ²В. А. Фокин[✉], ¹А. В. Караваев, ¹М. В. Титов[✉]¹Больница скорой медицинской помощи № 2, Томск, Россия²Сибирский государственный медицинский университет, Томск, Россия

ВВЕДЕНИЕ: Своевременная и эффективная диагностика остеомиелита составляет основу успешной терапии, в то же время проблема установления данной патологии, особенно на ранних стадиях развития процесса, окончательно не решена.

ЦЕЛЬ: Разработать ультразвуковую семиотику метаэпифизарного остеомиелита у детей раннего возраста в зависимости от длительности заболевания.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ: Обследовано 108 детей от 1 мес и до 2 лет, мальчики — 65% (70/108), девочки — 35 (38/108). От 2 до 8 месяцев — 57% (62/108), новорожденные — 26% (27/108). Остальные дети: 12% (13/108) — 9–12 мес, 5% (6/108) — 1–2 года. Всем детям проводились рентгенография и ультразвуковое исследование. Диагноз остеомиелита был верифицирован при выполнении пункции сустава (n=102), костной пункции (n=57), вскрытии параартикулярной флегмоны (n=12).

Статистика: обработка результатов исследования проводилась с помощью пакета прикладных программ Statistica 13.0 (TIBCO Software Inc, 2017). Для оценки эффективности ультразвукового исследования в диагностике острого остеомиелита рассчитывались диагностическая эффективность и прогностическая ценность положительного или отрицательного результатов, проводился расчет отношения правдоподобия.

РЕЗУЛЬТАТЫ: Выделено три группы в зависимости от сроков заболевания на момент поступления в стационар: Ia группа — 1–3 суток, Ib группа — 4–7 суток, II группа — 8–14 суток, III группа — 15–21 суток от начала заболевания. Показатели ДЭ пациентов Ia группы: чувствительность — 81,8%, специфичность — 60,0%, точность — 75%, ПЦ(+)=81,82%; ПЦ(–)=60,00%; ОП=4,50. Показатели ДЭ пациентов Ib группы: чувствительность — 86,6%, специфичность — 66,6%, точность — 80,95%, ПЦ(+)=87,5%; ПЦ(–)=60,00%; ОП=7,00. Показатели ДЭ пациентов II группы: чувствительность — 92,98%, специфичность — 80,0%, точность — 93,44%, ПЦ(+)=98,15%; ПЦ(–)=57,14%; ОП=37,86. Показатели ДЭ пациентов III группы: чувствительность — 91,66%, специфичность — 91,0%, точность — 91,66%, ПЦ(+)=100,0%.

ОБСУЖДЕНИЕ: Ультразвуковые признаки острого остеомиелита у детей Ia группы включали неспецифические изменения параартикулярных тканей и характеризовались наиболее низкой диагностической точностью (75%). Диагностическая точность возрастала в группе Ib до 85% за счет начальных структурных изменений в зоне предварительного обызвествления и гиалиновом хряще эпифиза. Прогрессирование заболевания в группе II характеризовалось более отчетливыми структурными изменениями в метафизе с повышением диагностической точности до 93%. У пациентов III группы были получены наиболее высокие показатели диагностической точности (91,67%) за счет визуализации деструктивных изменений в эпифизе, метафизе и зоне предварительного обызвествления.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: Возможность обнаружения ультразвуковых признаков острого гематогенного метаэпифизарного остеомиелита у детей позволит использовать данный метод на ранних этапах диагностики для своевременного выбора адекватной тактики лечения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: острый гематогенный остеомиелит, метаэпифизарный остеомиелит, ультразвуковая диагностика остеомиелита

*Для корреспонденции: Полковникова Светлана Александровна, e-mail: svpolk@mail.ru

Для цитирования: Полковникова С.А., Завадовская В.Д., Траудт А.К., Фокин В.А., Караваев А.В., Титов М.В. Диагностическая эффективность ультразвукографии при метаэпифизарном остеомиелите у детей младшего возраста: проспективное исследование // *Лучевая диагностика и терапия*. 2023. Т. 14, № 4. С. 45–51, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2023-14-4-45-51>.

DIAGNOSTIC EFFICACY OF METAEPIPHYSEAL OSTEOMYELITIS IN YOUNG CHILDREN: A PROSPECTIVE STUDY

¹Svetlana A. Polkovnikova^{*}, ²Vera D. Zavadovskaya¹, ²Alina K. Traudt¹, ²Vasily A. Fokin¹,
¹Andrey V. Karavaev, ¹Mikhail V. Titov¹

¹Emergency Hospital No. 2, Tomsk, Russia

²Siberian State Medical University, Tomsk, Russia

INTRODUCTION: Modern and effective diagnosis of osteomyelitis is the basis for successful therapy; at the same time the problem of establishing this pathology, especially in the early stages of the development of the process, has not been completely resolved.

OBJECTIVE: To develop of ultrasound imaging of metaepiphyseal osteomyelitis in young children, depending on the duration of the disease.

MATERIAL AND METHODS: 108 children (boys — 65% (70/108), girls — 35 (38/108)) from 1 month to 2 years were examined. Children's age from 2 up to 8 months — 57% (62/108), newborns — 26% (27/108). The age of other children: 12% (13/108) — 9–12 months, 5% (6/108) — 1–2 years. All children underwent x-ray and ultrasound study. The diagnosis of osteomyelitis was verified by joint puncture (n=102), bone puncture (n=57), drainage of periarticular phlegmon (n=12).

Statistics: processing of the study results was carried out using the Statistica 13.0 application package (TIBCO Software Inc, 2017). To assess the effectiveness of ultrasound in the diagnosis of acute osteomyelitis, the diagnostic effectiveness and predictive value of positive or negative results were calculated, and the likelihood ratio was calculated.

RESULTS: 3 groups were identified depending on the duration of the disease at the time of admission to the hospital: Ia — 1–3 days, Ib — 4–7 days, Group II — 8–14 days, Group III — 15–21 days from the onset of the disease. DE indicators for patients of group Ia: sensitivity — 81.8%, specificity — 60.0%, accuracy — 75%, PV(+)=81.82%; PV(–)=60.00%; OR=4.50. DE indicators for patients in group Ib: sensitivity — 86.6%, specificity — 66.6%, accuracy — 80.95%, PV(+)=87.5%; PV(–)=60.0%; OR=7.00. DE indicators for patients in group II: sensitivity — 92.98%, specificity — 80.0%, accuracy — 93.44%, PV(+)=98.15%; PV(–)=57.14%; OR=37.86.

DE indicators for patients of group III: sensitivity — 91.66%, specificity — 91.0%, accuracy — 91.66%, PV(+)=100.0%.

DISCUSSION: Ultrasound imaging of acute osteomyelitis in children of group Ia included nonspecific changes in periarticular tissues and had the lowest diagnostic accuracy (75%). Diagnostic accuracy increased in group Ib to 85% due to initial structural changes in the zone of preliminary calcification and hyaline cartilage of the epiphysis. Disease progression in group II was characterized by more distinct structural changes in the metaphysis with an increase in diagnostic accuracy to 93%. In patients of group III, the highest rates of diagnostic accuracy (91.67%) were obtained due to visualization of destructive changes in the epiphysis, metaphysis and zone of preliminary calcification.

CONCLUSION: The ability to detect ultrasound signs of acute hematogenous metaepiphyseal osteomyelitis in children will allow the use of this method in the early diagnosis for the timely selection of an adequate treatment tactics.

KEYWORDS: acute hematogenous osteomyelitis, metaepiphyseal osteomyelitis, ultrasound diagnosis of osteomyelitis

*For correspondence: Svetlana A. Polkovnikova, e-mail: svpolk@mail.ru

For citation: Polkovnikova S.A., Zavadovskaya V.D., Traudt A.K., Fokin V.A., Karavaev A.V., Titov M.V. Diagnostic efficacy of metaepiphyseal osteomyelitis in young children: a prospective study // *Diagnostic radiology and radiotherapy*. 2023. Vol. 14, No. 4. P. 45–51, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2023-14-4-45-51>.

Введение. На сегодняшний день острый гематогенный остеомиелит (ОГО) продолжает оставаться сложным заболеванием как в диагностике, так и в применении лечебных мероприятий, на что указывает существующий процент осложнений. Изменившаяся клиническая картина заболевания с наличием все чаще стертых форм болезни повышает значимость диагностических методов исследования, увеличивая тем самым ответственность лучевых специалистов [1, 2].

Особенности костного строения и кровообращения у детей младшего возраста за счет автономности кровообращения каждого отдела конечности и более развитой сети в эпифизе объясняет преобладание эпифизарного остеомиелита у детей младшей возрастной группы [3, 4].

Своевременная и эффективная диагностика остеомиелита составляет основу успешной терапии, в то же время проблема установления данной патологии, особенно на ранних стадиях развития процесса, окончательно не решена [4, 5].

Ультразвуковое исследование опорно-двигательного аппарата, основанное на обнаружении патологических изменений мягких тканей и кортикального слоя кости, активно используется в повседневной клинической практике [3, 4]. Однако в достаточной мере не изучены вопросы поражения эпифизов и метафизов при остром гематогенном остеомиелите у детей младшего возраста. Так, в источниках литературы отсутствуют систематизированные данные об ультразвуковой семиотике метаэпифизарного

остеомиелита, особенностях его проявления в зависимости от длительности заболевания. Имеются отдельные данные об ультразвуковых возможностях в диагностике остеомиелита новорожденных и единичные публикации практических наблюдений о причинах септических состояний у детей данного возрастного контингента [5–7].

Цель настоящего исследования заключалась в оценке диагностической эффективности ультрасонографии при метаэпифизарном остеомиелите у детей младшего возраста в зависимости от сроков заболевания.

Материал и методы. Одобрение этического комитета не требовалось, информированное согласие получено от каждого законного представителя. В исследование было включено 108 детей в периоде новорожденности и до 2 лет, поступивших в порядке скорой помощи в дежурный хирургический стационар с подозрением на острый гематогенный остеомиелит в различные сроки от начала заболевания — от первых 3 суток до 3 недель. Среди обратившихся были преимущественно мальчики — 64% (70/108), девочки составили 35% (38/108).

По возрасту преобладали дети от 2 до 8 месяцев — 57% (62/108) и дети первого месяца жизни — 26% (27/108); остальные дети — 12% (13/108) были в возрасте 9–12 мес и 5% (6/108) — от 1 года до 2 лет.

Наиболее часто воспалительный процесс локализовался в бедренной — 53% (58/108) и плечевой — 28% (30/108) костях. У 11% (12/108) детей обнаружено поражение костей голени и у 7% (8/108) — костей предплечья.

Всем детям (n=108), обратившимся в хирургический стационар, проводились клинический осмотр, рентгенологическое и ультразвуковое исследование, а также общеклинические лабораторные исследования.

Рентгенография пораженной конечности выполнялась в стандартных проекциях (рентгеновская диагностическая установка APOLLO (Италия)) в день обращения в стационар.

Ультразвуковое исследование (ультразвуковой сканер — Mindrey M-5) выполнялось всем пациентам в В-режиме. Исследовались пораженная конечность и симметричный участок противоположной конечности без признаков воспаления.

Оперативное лечение включало пункции сустава (n=102), костную пункцию (n=57), вскрытие параартикулярной флегмоны (n=12).

Все дети были разделены на три группы в зависимости от сроков заболевания на момент поступления в стационар (табл. 1).

Первая группа включала детей, поступивших в первую неделю от начала заболевания, с выделением еще двух подгрупп. В подгруппу Ia вошли дети, поступившие в первые трое суток от начала заболевания; в подгруппу Ib вошли дети, поступившие на 4–7-й день болезни. Вторая группа — это дети,

поступившие на 8–14-е сутки от начала заболевания. Третья группа — дети с давностью 15–21 суток от начала заболевания.

Статистическая обработка результатов исследования проводилась с помощью пакета прикладных программ Statistica 13.0 (TIBCO SoftwareInc, 2017). Данные представлены в виде абсолютных и относительных частот.

Таблица 1
Группы пациентов в зависимости от сроков поступления в стационар

Table 1
Groups of patients depending on the timing of admission to the hospital

Группа	Сроки заболевания	Количество (n=108)	
		абс. число	%
I	Первые 7 суток, из них:	35	32,4
Ia	1–3-и сутки	16	14,81
Iб	4–7-е сутки	19	17,59
II	8–14-е сутки	61	56,48
III	15–21-е сутки	12	11,11

Для оценки эффективности ультразвукового исследования были рассчитаны чувствительность, специфичность и диагностическая точность метода, прогностическая ценность положительного или отрицательного результатов, а также отношение правдоподобия. Результаты исследования верифицировались данными оперативного вмешательства (костная пункция, пункция суставной полости, дренирование остеомиелитической флегмоны).

Результаты. Ультразвуковое исследование в В-режиме метаэпифизарной зоны у детей младшего возраста позволило выявить нарушения структуры эпифиза, метафиза и метаэпифизарной зоны, суставной капсулы и параартикулярных структур. Результаты исследования в зависимости от сроков заболевания представлены в табл. 2.

Ультразвуковые признаки острого остеомиелита у детей младшей возрастной группы (Ia; n=16) в первые 3 суток от начала заболевания были неспецифическими и выражались в наличие однородной или неоднородной жидкости в полости сустава, утолщении капсулы сустава, повышении эхогенности парарассальных мягких тканей. Как правило, изменения эпифиза, метафиза, надкостницы и метаэпифизарной зоны в эти сроки не регистрировались (рис. 1).

На основании хирургических мероприятий диагноз острого гематогенного остеомиелита в данной подгруппе установлен у 75% (12/16), у 12% детей (2/16) обнаружен серозный артрит, у 12% детей (2/16) — признаков воспалительного заболевания не выявлено.

Начальные изменения эпифизарного хряща и зоны предварительного обызвествления (метаэпифизарной линии) проявлялись у детей подгруппы Ib (n=19) на 4–7-е сутки от начала заболевания в виде локаль-

Результаты ультразвукового исследования

Table 2

Ultrasound results

Сроки поступления в стационар	Результаты исследования	Показатели			
		чувствительность, %	специфичность, %	точность, %	Пороги значимости (+) и (-) результата, отношение правдоподобия (ОП)
1–3-и сутки	ИП=9 ИО=3 ЛП=2 ЛО=2	81,8	60,0	75,0	ПЦ(+)=81,82% ПЦ(-)=60,0% ОП=4,50
4–7-е сутки	ИП=12 ИО=3 ЛП=2 ЛО=2	86,6	66,6	80,95	ПЦ(+)=87,5% ПЦ(-)=60,0% ОП=7,0
8–14-е сутки	ИП=53 ИО=4 ЛП=1 ЛО=3	92,98	80,0	93,44	ПЦ(+)=98,15% ПЦ(-)=57,14% ОП=37,86
15–21-е сутки	ИП=11 ИО=0 ЛП=0 ЛО=1	91,66	91,0	91,66	ЛТ=91,67% ПЦ(+)=100,0% ОП* — не рассчитывается

Примечание: ИП — истинно положительный; ИО — истинно отрицательный, ЛП — ложноположительный, ЛО — ложноотрицательный. * Отношение правдоподобия не может быть рассчитано при отсутствии ЛП результатов (ЛП = 0).

Note: ИП — is true positive; ИО — true negative, ЛП — false positive, ЛО — false negative. * Likelihood ratio cannot be calculated in the absence of ЛП results (ЛП = 0).



Рис. 1. Эхограмма дистального отдела бедра ребенка 3 мес с ОГО (продольное сечение), 3-й день заболевания: 1 — утолщение и повышение эхогенности паравосальных мягких тканей; 2 — эпифизарный хрящ нормальной эхогенности и эхоструктуры

Fig. 1. Echogram of the distal femur of a 3-month-old child with CSO (longitudinal section), day 3 of illness:

1 — thickening and increased echogenicity of paraosseous soft tissues; 2 — epiphyseal cartilage of normal echogenicity and echostructure



Рис. 2. Эхограмма дистального отдела плечевой кости ребенка 1 мес с ОГО, 6-е сутки заболевания (продольное сечение): 1 — утолщение, повышение эхогенности паравосальных мягких тканей; 2 — зона повышенной эхогенности в эпифизарном хряще; 3 — утолщенная надхрящница с нечетким наружным контуром; 4 — гипозоногенная зона перехода надхрящницы в надкостницу

Fig. 2. Echogram of the distal humerus of a child 1 month old with CSO, day 6 of the disease (longitudinal section): 1 — thickening, increased echogenicity of paraosseous soft tissues; 2 — zone of increased echogenicity in the epiphyseal cartilage; 3 — thickened perichondrium with an indistinct outer contour; 4 — hypoechoic zone of transition of the perichondrium to the periosteum

верифицирован у 73% (14/19) детей, у 26% больных (5/19) диагностирован гнойный артрит.

ных гиперэхогенных участков хряща 47% (9/19) и нечеткости контура метаэпифизарной линии — 42% (8/19). Надкостница метафиза была утолщена у 42% детей (8/19) и чаще определялась по одной из поверхностей кости (рис. 2). Остеомиелит был

По мере развития заболевания на протяжении 8–14 суток (II подгруппа; $n=61$) участки повышенной эхогенности гиалинового хряща трансформировались в анэхогенные включения в эпифизе. Анэхогенные включения также обнаруживались в метафизе погранично с непрерывной, но нечеткой метаэпифизарной линией (рис. 3).



Рис. 3. Эхограмма дистального отдела бедра ребенка 3 недель с ОГО, 12-е сутки заболевания, поперечное сечение: 1 — утолщение параартикулярных мягких тканей; 2 — утолщение капсулы сустава, «сливается» с мягкими тканями; 3 — анэхогенные включения в эпифизе

Fig. 3. Echogram of the distal femur of a 3-week-old child with CSO, day 12 of the disease, cross section: 1 — thickening of paraarticular soft tissues; 2 — thickening of the joint capsule, «merges» with soft tissues; 3 — anechogenic inclusions in the epiphysis

В результате хирургических манипуляций при пункции сустава обнаружен гнойный/серозный выпот у 70% человек (43/61), а при костной пункции — серозно-гнойное содержимое с последующим бактериологическим подтверждением гнойного воспаления выделилось у 83% (51/61) человека, у 6% детей (4/61) получена серозная жидкость из костномозгового канала под высоким давлением, т.е. послеоперационный диагноз остеомиелита подтвержден у 96% человек (59/61). В 3% случаях (2/61) при суставной и костной пункции патологического содержимого не выявлено, в мягких тканях получен гной, свидетельствующий о флегмоне мягких тканей.

При ультразвуковом исследовании у детей третьей группы ($n=12$), поступивших на 14–21-е сутки от начала заболевания, нарастающие по площади и количеству анэхогенные включения в эпифизе и метафизе распространялись на метаэпифизарную линию, приводя в 50% наблюдений к формированию дефекта метаэпифизарной зоны. В оссифицирован-

ном ядре эпифиза наблюдались деструктивные изменения в виде неровности контура и деформации ядра окостенения. Наряду с указанными изменениями были выявлены неоднородная внутрисуставная жидкость 100% (12/12), а также скопления параартикулярной жидкости, свидетельствующие о наличии параартикулярной флегмоны, что подтверждалось оперативным вмешательством. В эти сроки в 62,5% наблюдений визуализировалась утолщенная надкостница, а в 41,66% — неравномерность кортикального слоя как признак его деструкции (рис. 4, 5).

У всех детей ($n=12$) III группы, поступивших на 15–21-е сутки заболевания, при хирургическом вмешательстве был подтвержден гнойный артрит и остеомиелит с наличием гнойного расплавления надкостницы и костной деструкцией — 58% (7/12). У 12 пациентов вскрыта параартикулярная флегмона.



Рис. 4. Эхограмма дистального отдела бедра ребенка 2 мес с ОГО, 15-е сутки заболевания (продольное сечение): 1 — утолщение, повышение эхогенности надкостницы; 2 — параартикулярное, параоссальное скопление неоднородной жидкости

Fig. 4. Echogram of the distal femur of a 2-month-old child with HO, day 15 of the disease (longitudinal section): 1 — thickening, increased echogenicity of the periosteum; 2 — paraarticular, paraosseous accumulation of inhomogeneous fluid

Обсуждение. Диагностика остеомиелита у детей раннего возраста с локализацией острого воспаления в метаэпифизарных отделах костей продолжает оставаться особой клинико-диагностической проблемой.

Губчатое строение метафизарного отдела кости, наиболее васкуляризованного относительно других отделов, способствует более частому его поражению воспалительным процессом [14]. В то же время у детей в возрасте до 2 лет наличие хрящевых



Рис. 5. Эхограмма дистального отдела плечевой кости ребенка с ОГО, 17-е сутки заболевания (продольно-поперечное сечение): 2 — параартикулярное, паравосальное скопление неоднородной жидкости; 3 — анэхогенные включения в эпифизе; 4 — нечеткий контур надхрящницы

Fig. 5. Echogram of the distal humerus of a child with CSO on the 17th day of the disease (longitudinal-transverse section): 2 — paraarticular, paraosseous accumulation of inhomogeneous fluid; 3 — anechogenic inclusions in the epiphysis; 4 — fuzzy outline of the perichondrium

эпифизов с автономной системой кровообращения как эпифиза, так и метафиза в сочетании с утолщенной и рыхло связанной с костью надкостницей способствует развитию гнойной инфекции в данных отделах кости [4, 14].

В связи с отсутствием специфических признаков поражения вовлекаемых в процесс анатомических структур, ультразвуковая диагностика острого остеомиелита у детей младшего возраста в ранние сроки развития заболевания оказалась наиболее сложной.

Дифференцировка септического артрита от первых признаков остеомиелита не всегда была успешной, что отразилось на низкой специфичности ультразвукового метода исследования (60,0%). В то же время, несмотря на низкую специфичность таких симптомов, как утолщение капсулы сустава и отек параартикулярных мягких тканей, их нельзя игнорировать при обследовании детей с подозрением на метаэпифизарный остеомиелит.

Наличие внутрисуставной жидкости также надо учитывать как возможный старт манифестации остеомиелита. Следует отметить, что именно о подобном неспецифическом признаке метаэпифизарного остеомиелита указывается в источниках литературы [4, 12].

Более отчетливые ультразвуковые проявления метаэпифизарного остеомиелита формируются в конце первой недели развития заболевания.

Нарушения структуры эпифизарного хряща, появляющиеся в указанные сроки, на наш взгляд, отражают процессы локального воспалительного процесса в хрящевой ткани. Эти признаки встречаются в 61,53% случаев. В единичных случаях (15,78%) повышение эхогенности хряща можно было наблюдать и при артритах, однако в этих случаях изменения выявляются в эпифизах обеих сочленяющихся костей в виде более диффузного изменения эхогенности, расцениваемое как реактивные изменения хрящевой ткани. Особого внимания в качестве характерного симптома воспаления заслуживала локализация гиперэхогенных и анэхогенных включений в центральной части эпифиза, где имеется наибольшее количество сосудистых синусоидов.

Отек надкостницы, характерный для интрамедуллярной фазы метафизарного остеомиелита [14] не был обнаружен у детей с метаэпифизарной локализацией воспаления в его самые ранние сроки, а встретился лишь в 40% случаев в конце первой недели заболевания.

Диагностика остеомиелита на 8–14-е сутки от начала заболевания не вызывала затруднений, за исключением единичных случаев с наличием только признаков артрита и отсутствием поражения метаэпифизарной зоны.

У пациентов III группы, поступивших на третьей неделе от начала заболевания, были получены наиболее высокие показатели специфичности (91,0%). Анэхогенные включения в эпифизе и метафизе сочетались с дефектом метаэпифизарной зоны (n=6; 50%), деформацией ядра окостенения (n=6; 50%), указывали на развитие деструктивных процессов данных анатомических структур. О роли ультразвука в выявлении изменений эхогенности эпифизарного хряща и костных деструктивных изменений в диагностике остеомиелита имеются указания в работах А.К. Paliwal и соавт. (2021) [4]. Таким образом, результаты исследования свидетельствуют о преобладающем по частоте вовлечения в остеомиелитический процесс метафиз и эпифиз в сочетании с нарушением целостности зоны предварительного обызвествления, что наблюдалось в третьей группе исследуемого контингента (n=12). Это может быть обусловлено вовлечением в процесс анастомозирующих сосудов при первоначальной локализации и быстром распространении гнойного воспаления в эпифизах или метафизах. В то же время не исключена возможность одновременного первоначального поражения метафиза и эпифиза. Полученные нами данные соответствуют результатам исследований, посвященных патогенезу остеомиелита, и указывающих на тот факт, что локализация воспалительного процесса обусловлена особенностям кровоснабжения в данной возрастной категории [1–3].

Заключение. Ультразвуковое сканирование позволяет выявить ранние признаки воспалительных

изменений в параартикулярных мягких тканях, эпифизарном хряще, ядре окостенения эпифиза, зоне предварительного обызвествления метафиза и кортикальном слое, характерные для острого гематогенного остеомиелита у детей младшего возраста.

Установление острого гематогенного метаэпифизарного остеомиелита у детей с помощью ультразвука позволит использовать данный метод на раннем этапе диагностики, что повлияет на своевременность и адекватность лечебной тактики.

Сведения об авторах:

Полковникова Светлана Александровна — кандидат медицинских наук, врач-рентгенолог, врач ультразвуковой диагностики областного государственного автономного учреждения здравоохранения «Больница скорой медицинской помощи № 2»; 634021, г. Томск, ул. О. Кошевого, д. 72; e-mail: svpolk@mail.ru; ORCID 0000–0001–8681–5857;

Завадовская Вера Дмитриевна — доктор медицинских наук, профессор, и.о. зав. кафедрой лучевой диагностики и лучевой терапии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 634050, г. Томск, Московский тракт, д. 2; e-mail: wdzav@mail.ru; ORCID 0000–0001–6231–7650;

Траудт Алина Константиновна — кандидат медицинских наук, доцент кафедры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 634050, г. Томск, Московский тракт, д. 2; e-mail: alina.traudt@yandex.ru; ORCID 0009–0001–8681–7892;

Фокин Василий Александрович — доктор технических наук, профессор кафедры медицинской и биологической кибернетики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 634050, г. Томск, Московский тракт, д. 2; e-mail: fokin.va@ssmu.ru; ORCID 0000–0002–9881–2298;

Караваяев Андрей Викторович — главный врач областного государственного автономного учреждения здравоохранения «Больница скорой медицинской помощи № 2»; 634021, г. Томск, ул. О. Кошевого, д. 72; e-mail: karavaev41@mail.ru;

Титов Михаил Владиславович — заместитель главного врача по медицинской части областного государственного автономного учреждения здравоохранения «Больница скорой медицинской помощи № 2»; 634021, г. Томск, ул. О. Кошевого, д. 72; e-mail: titov2006@yandex.ru.

Contribution of the authors:

Svetlana A. Polkovnikova — Cand. of Sci. (Med.), radiologist, ultrasound diagnostics doctor, — Regional State Autonomous Healthcare Institution «Emergency Medical Care Hospital No. 2» 634021, Tomsk, O. Koshevo, 72; e-mail: svpolk@mail.ru; ORCID 0000–0001–8681–5857;

Vera D. Zavadovskaya — Dr. of Sci. (Med.), Professor, Acting head Department of Radiation Diagnostics and Radiation Therapy, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Siberian State Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation; 634050, Tomsk, Moskovsky tract, 2; e-mail: wdzav@mail.ru; ORCID 0000–0001–6231–7650;

Alina K. Traudt — Cand. of Sci. (Med.), associate professor of the department. Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Siberian State Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation; 634050, Tomsk, Moskovsky tract, 2, alina.traudt@yandex.ru; ORCID 0009–0001–8681–7892;

Vasily A. Fokin — Dr. of Sci. (Med.), Professor of the Department of Medical and Biological Cybernetics. Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Siberian State Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation; 634050, Tomsk, Moskovsky tract, 2, fokin.va@ssmu.ru; ORCID 0000–0002–9881–2298;

Andrey V. Karavaev — chief physician. Regional State Autonomous Healthcare Institution «Emergency Hospital No. 2»; 634021, Tomsk, O. Koshevo, 72; e-mail: karavaev41@mail.ru;

Mikhail V. Titov — Deputy Chief Physician for Medical Affairs Regional State Autonomous Healthcare Institution «Emergency Hospital No. 2»; 634021, Tomsk, O. Koshevo, 72; e-mail: titov2006@yandex.ru.

Вклад авторов: Все авторы подтверждают соответствие своего авторства, согласно международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределен следующим образом: концепция и план исследования — *В. Д. Завадовская, С. А. Полковникова*, сбор и математический анализ данных — *С. А. Полковникова, В. А. Фокин, А. В. Караваяев, М. В. Титов, А. К. Траудт*; подготовка рукописи — *В. Д. Завадовская, С. А. Полковникова*.

Authors' contributions. All authors confirm the conformity of their authorship, according to the international criteria of the ICMJE (all authors made a significant contribution to the development of the concept, conduct of the study and preparation of the article, read and approved the final version before publication). The largest contribution is distributed as follows: concept and research plan — *VDZ, SAP*, collection and mathematical analysis of data — *SAP, VAF, AVK, MVT, AKT*, preparation of the manuscript — *VDZ, SAP*.

Потенциальный конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Disclosure: the authors declares no conflict of interest.

Соответствие принципам этики: Одобрение этического комитета не требовалось, информированное согласие получено от каждого законного представителя.

Adherence to ethical standards: The approval of the ethics committee was not required, informed consent was obtained from each legal representative.

Поступила/Received: 01.06.2023.

Принята к печати/Accepted: 29.11.2023.

Опубликована/Published: 29.12.2023.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Momodu I.I., Savaliya V. Osteomyelitis Campbell University School of O.M. 2022. PMID: 30335283, Bookshelf ID: NBK532250.
- Zhan C., Zhou B., Du J., Chen L. Clinical analysis of 17 cases of neonatal osteomyelitis: A retrospective study // *Medicine (Baltimore)*. 2019. Jan. Vol. 98, No. 2. P. e14129. doi: 10.1097/MD.0000000000014129.PMID: 30633229.
- Emiley P.J., Kendall J.L., Bellows J.W. Acute hematogenous osteomyelitis of the rib identified on bedside ultrasound // *Journal of Emergency Medicine*. 2014. Vol. 48, No. 1. P. 15–17.
- Paliwal A.K., Sahdev R., Deshwal A., Ram B. Role of ultrasound in the diagnosis of paediatric acute osteomyelitis // *J. Ultrason*. 2021. Vol. 21. P. 34–40. doi: 10.15557/JoU.2021.0005.
- Luis M.S., Cardosa F., Reis F., Fraga A.S., Victor M., Santos J.G., Calhau P. Rev Paul. Rib osteomyelitis: a rare complication of varicella // *Pediatr*. 2019. Jul 4; Vol. 37, No. 4. P. 510–515. doi: 10.1590/1984–0462/2019/37/4/00009.
- Aparicio-Casares H., Puente-Rico M.H., Tomé-Nestel C., Mayordomo-Colunga J., Garrido-García E., Suárez-Castañón C.M. A pediatric case of Bartonella henselae and Epstein Barr virus disease with bone and hepatosplenic involvement // *Biol. Med. Hosp Infant Mex*. 2021. Vol. 78, No. 5. P. 467–473. doi: 10.24875/BMHIM.20000295.PMID: 34571518.
- Carmody O., Cawley D., Dodds M., Connolly P. Acute haematogenous osteomyelitis in children // *Med J*. 2014. Oct; Vol. 107, No. 9. P. 269–270. PMID: 25417382.