



## ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Научная статья.

<https://doi.org/10.52560/2713-0118-2021-5-82-90>

# Визуализация поражений метафизов и эпифизов костей у новорожденных и детей раннего возраста

Н. А. Шолохова<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова» Минздрава России

<sup>2</sup> ГБУЗ «Детская городская клиническая больница Святого Владимира» Департамента здравоохранения города Москвы

## Реферат

Целью настоящего исследования явилось определение диагностических возможностей различных методов лучевой диагностики при поражениях метафизов и эпифизов костей у новорожденных и детей раннего возраста.

В исследовании приняли участие 108 детей в возрастной группе 5 дней — 12 месяцев с патологическими изменениями в области эпифиза и метафиза кости. Определены возможности и преимущества стандартной рентгенографии (СР), ультразвукового исследования (УЗИ) и магнитно-резонансной томографии (МРТ) в ранней и дифференциальной диагностике остеомиелитического процесса и эпифизеолиза. Установлена высокая чувствительность (97 %), специфичность (96 %) и точность (93 %) при УЗИ и чувствительность (94 %), специфичность (89 %) и точность (92 %) МРТ при постановке диагноза «остеомиелит» у пациентов данной возрастной группы.

Несмотря на высокие показатели УЗИ, прямой оценки состояния костного мозга метод дать не может. Ранняя оценка состояния костного мозга — прерогатива МРТ, хотя показатели диагностической информативности УЗИ достаточно высоки. В то же время возможности стандартной рентгенографии на

---

\* **Шолохова Наталия Александровна**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВП «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова» Минздрава России, заведующая отделением лучевой диагностики ГБУЗ «Детская городская клиническая больница Святого Владимира Департамента здравоохранения г. Москвы».

Адрес: 107014, г. Москва, ул. Рубцовско-Дворцовая, д. 1/3.

Тел.: +7 (495) 628-83-97. Электронная почта: sholohova@bk.ru

ORCID.org/0000-0002-0412-4938

**Sholokhova Natalia Aleksandrovna**, Ph. D, Med., Assistant Professor of the of Radiology department Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov, Ministry of Healthcare of Russia, the Head of the X-ray Department of the Moscow Clinical Municipal Children Hospital St. Vladimir the Department of Public Healthcare.

Address: 1/3, ul. Rubtsovsko-Dvortsovaia, Moscow, 107014, Russia.

Phone number: +7 (495) 628-83-97. E-mail: sholohova@bk.ru

ORCID.org/0000-0002-0412-4938

---

© Н. А. Шолохова.

этапах ранней диагностики воспалительных процессов дистальных отделов костей были ограничены в силу ряда факторов. Применение диагностических алгоритмов, включающих комбинацию методов в зависимости от сроков заболевания, в значительной степени сокращает сроки установления диагноза и снижает количество ложноотрицательных результатов при первичном обращении пациентов.

**Ключевые слова:** стандартная рентгенография, ультразвуковое исследование, магнитно-резонансная томография, эпифизы и метафизы костей, дети до года.

## ORIGINAL ARTICLES

Scientific article.

# Visualization of Lesions of Metaphyses and Epiphyses of Bones in Newborns and Young Children

N. A. Sholokhova<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup> Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov, Department of Radiology, Ministry of Healthcare of Russia

<sup>2</sup> Moscow Clinical Municipal Children Hospital St. Vladimir of the Department of Healthcare of Moscow

## Abstract

The aim of this study was to determine the diagnostic capabilities of various methods of radiological diagnostics for lesions of the metaphyses and epiphyses of bones in newborns and young children.

The study involved 108 children in the age group 5 days – 12 months with pathological changes in the pineal gland and bone metaphysis. The possibilities and advantages of standard radiography (CR), ultrasound examination (US) and magnetic resonance imaging (MRI) in the early and differential diagnosis of the osteomyelitis process and epiphyseolysis have been determined. High sensitivity (98 %), specificity (99 %) and accuracy (98 %) for ultrasound and sensitivity (94 %), specificity (89 %) and accuracy (95 %) of MRI in diagnosing osteomyelitis in patients of this age groups. At the same time, the possibilities of standard radiography at the stages of early diagnosis of inflammatory processes in the distal parts of the bones were limited due to a number of factors. The use of diagnostic algorithms greatly facilitates the work of a radiologist and reduces the number of false negative results during the initial treatment of patients.

**Key words:** Standard Radiography, Ultrasound Examination, Magnetic Resonance Imaging, Epiphyses and Metaphyses of Bones, Children Under one Year Old.

## Актуальность

Диагностика поражений эпифизов и метафизов костей у детей раннего возраста представляет собой сложную задачу педиатрии.

В структуре заболеваемости детей до года сохраняется значительный

процент поражений дистальных отделов костей различной этиологии [1]. По статистическим данным, в последнее десятилетие отсутствует значимая тенденция к снижению частоты патологии [2].

Трудности диагностики поражений метаэпифизарных отделов костей связаны с анатомо-физиологическими особенностями детей раннего возраста. Большая часть проксимального отдела кости не оссифицирована, в силу чего традиционное рентгенологическое исследование обладает малой информативностью [1, 3]. В то же время для исключения травматических изменений рентгеновское обследование выполняется всем пациентам при поступлении.

До начала оссификации эпифизов ростковые метафизарные зоны морфологически и функционально незрелы, хондробласты имеют хаотичное расположение, а их упорядочивание и, как следствие, улучшение барьерных свойств кости происходит параллельно оссификации эпифиза (от центра зоны роста в направлении к периферии). Капиллярные сети метафиза и эпифиза сообщаются между собой, что является предпосылкой для быстрого распространения патологического процесса между этими двумя зонами.

Социальная значимость проблемы определяется возможной инвалидизацией пациента вследствие повреждения зон роста и точек окостенения у младенцев и последующего нарушения длины конечности.

На этом фоне повышается необходимость постоянного поиска оптимальных диагностических подходов, направленных на снижение лучевой нагрузки на растущий детский организм. Так, для визуализации состояния хрящевых структур и мягкотканых компонентов костно-суставной системы видится целесообразным более широкое использование магнитно-резонансной томографии (МРТ) как высокоинформативного метода, не несущего лучевой нагрузки [1].

**Цель:** сравнить диагностические возможности стандартной рентгенографии, УЗИ и МРТ при поражении эпифизов и метафизов костей у новорожденных и детей до года.

### Материалы и методы

Обследовано 108 пациентов (126 очагов поражения), возраст варьировал от 5 часов жизни до 12 месяцев. Большее количество детей поступили в возрасте от 7 до 29 дней жизни — 67 (62,0 %), преимущественно преобладали мальчики. Детей, поступивших в возрасте более 1 месяца, было меньше (41 %), из них 28 младенцев (68 %) были недоношенными. Проанализированы результаты УЗИ, цифровой рентгенографии, мультисрезовой компьютерной томографии (КТ) и магнитно-резонансной томографии (МРТ). В данной возрастной группе преобладали дети с острым гематогенным остеомиелитом различной локализации (94 %), врожденным эпифизеолизом и посттравматическим вывихом (6 %).

УЗИ выполнялось всем детям на аппарате премиум-класса Voluson E-8.

Исследование младенцев выполнялось микроконвексными 4–8 и линейными 3–14 МГц датчиками. Сканирование метаэпифизарных областей выполнялось по отработанным методикам с применением доступов, наиболее информативных в плане обнаружения внутрисуставного выпота, нарушения конфигурации сустава, дислокации эпифизов и пр. УЗИ каждого сустава выполнялось из продольных и поперечных доступов с получением информативных сканов.

Рентгенография заинтересованной области и прилежащего сустава/суставов выполнена на аппарате Precision 500 D (GE). При первичном обращении

выполнялась стандартная рентгенография области предполагаемого поражения в методологически обоснованных проекциях.

Съемку конечностей у детей до года на столе с решеткой и малым фокусным пятном проводили по стандартным для возрастной группы параметрам.

Для исследования реанимационных пациентов применялся передвижной рентгеновский аппарат «МобиРен-4 МТ» (Россия).

МРТ области метаэпифизарных областей или всего тела выполнялась на томографе EXCELART Vantage Atlas-X (Toshiba) с напряженностью магнитного поля 1,5 Тл. При исследовании всего тела были получены аксиальные и коронарные срезы, при необходимости сагиттальные срезы зоны интереса, в следующих режимах:

STIR TR = 6669 TE 30; PD TR 2850, TE 36; DWI b-фактором 800 и 1000 с построением ИКД-карт; AX FLAIR TR

11118 TE 105; AX T2 TR 7000 TE 80; AX T1 TR 672 TE 15.

Сканирование метаэпифизарных областей выполнялось по отработанным методикам с применением анестезиологического пособия. Контрастное усиление производилось гадолиний содержащим контрастным препаратом.

## Результаты и их обсуждение

При первичном обращении всем пациентам одномоментно произведено обследование, состоявшее из стандартной рентгенографии и УЗИ заинтересованной области. В обязательном порядке обследован симметричный сегмент контралатеральной конечности.

Представлены эхографические симптомы изменения мягких тканей при метаэпифизарных поражениях у новорожденных и детей первых месяцев жизни (табл. 1).

В каждом конкретном случае закономерно встречалось несколько эхогра-

Таблица 1

### Показатели диагностической информативности эхографических симптомов при метаэпифизарных поражениях у новорожденных и детей раннего возраста

Эхографический симптом	Se	Sp	PVP	PVN	Acc
Отек параартикулярных тканей	100	0	94	0	94
Утолщение синовиальной оболочки	91	100	100	42	91
Выпот в сопряженном суставе	81	100	100	26	82
Утолщение надкостницы	33	100	100	9	37
Параоссальное скопление	15	100	100	7	21
Гнойный затек	10	100	100	7	19
Дефект метафиза	97	100	100	67	97
Изменения эпифизарного хряща	75	100	100	21	71
Нарушение конгруэнтности сустава	18	88	95	7	22
Нарушение целостности контура кости	0	0	0	0	0

Таблица 2

**Общая характеристика рентгенологических признаков метаэпифизарных поражений у новорожденных и детей раннего возраста (n = 126, из них ОМ – 118)**

Рентгенологический симптом	Se	Sp	PVP	PVN	Acc
Очаг деструкции в метафизе	89	0	0	91	84
Периостальная реакция	81	90	100	67	81
Остеопороз	81	100	100	26	82
Изменение кортикального слоя	33	100	100	9	37
Нарушение соотношения сустава	10	78	35	12	66

Таблица 3

**Общая характеристика МР-признаков метаэпифизарных поражений у новорожденных и детей раннего возраста (53 очага ОМ у 48 пациентов, 1 эпифизиолиз – всего 54 очага)**

МР-симптом	Se	Sp	PVP	PVN	Acc
Очаг деструкции	100	100	100	100	100
Периостальная реакция	62	0	97	0	61
Отек костного мозга	100	100	100	100	100
Изменение кортикального слоя	100	0	98	0	98
Изменение структур сустава	96	0	98	0	94
Изменение мягких тканей	98	0	98	0	96

фических симптомов, количество которых зависело не только от локализации патологического процесса, но и от давности заболевания на момент поступления в стационар.

Так, параоссальные скопления и гнойные затеки встречались достоверно чаще у детей с длительностью заболевания на момент осмотра 5 сут и более (n = 21, 70 %).

Для остеомиелита младенцев наиболее часто встречающимися рентгенологическими признаками были очаг деструкции в метафизе или эпифизе (69 %), линейная периостальная реакция (88 %), остеопороз зоны поражения кости (77 %). Все встречающиеся изменения представлены в таблице 2.

При подозрении на наличие мультифокального характера воспаления и несоответствии данных, выполненных ранее стандартной рентгенографии и УЗИ, производилась магнитно-резонансная томография (табл. 3).

Как представлено в таблице 3, трабекулярный отек костного мозга при остеомиелите характеризуется низким сигналом в T1ВИ и высоким сигналом на изображениях с подавлением сигнала от жировой ткани (STIR), являлся преобладающим признаком. Данный симптом визуализировался в рентгенонегативной стадии у всех пациентов, в том числе наблюдался отек нескольких зон при мультифокальном поражении. Это

позволило установить диагноз и начать консервативное и/или оперативное лечение гораздо раньше развития активной клинической и лабораторной картины.

## Результаты и их обсуждение

Эхографические изменения при метаэпифизарных поражениях у новорожденных и младенцев весьма разнообразны (рис. 1, а, б).

Для дебюта ОМ были характерны разнообразные изменения мягкотканного компонента заинтересованной области. Деструктивные изменения эпифизов и метафизов визуализировались только на 6–8-е сут. При эпифизеолизах и нарушениях соотношения в суставе костные изменения выявлялись во время поступления пациента.

Возможности ультразвуковой диагностики остеомиелита в этой возрастной группе принципиально выше, чем у старших детей, по причине незавершенной оссификации метаэпифизарных зон.

На основании комбинированного применения стандартной рентгенографии, УЗИ и МРТ воспалительные изменения выявлены в 97 % случаев.

На ранних этапах остеомиелита рентгенологически не были выявлены патологические изменения структуры костной ткани (рис. 2, а). При травматических повреждениях и эпифизеолизах стандартная рентгенограмма, напротив, позволяла установить характер изменений уже на этапах первичного осмотра (рис. 2, в). В то же время МРТ предоставляла гораздо больший объем информации о состоянии мягкотканых структур и костного мозга ребенка (рис. 2, б).

МРТ у новорожденных и младенцев имела некоторые особенности и была ограничена необходимостью общей анестезии. При оценке исследования у новорожденных учитывалась МР-картина костного мозга детей младшего возраста. В собственном исследовании мы получали изображения в коронарной плоскости в режиме STIR (с подавле-

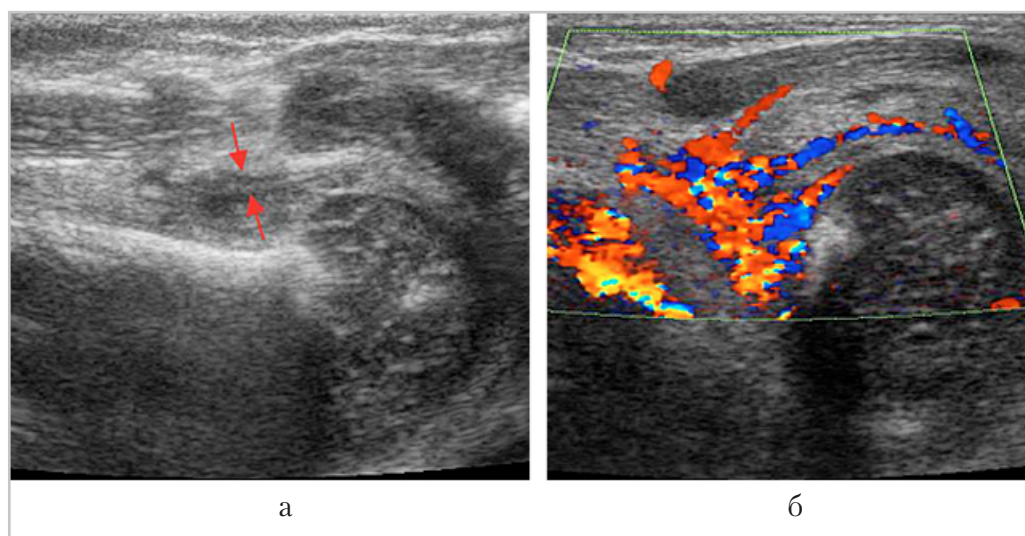


Рис. 1. Утолщение синовиальной оболочки сопряженного сустава у младенца в дебюте дистального метаэпифизарного ОМ плеча: а — утолщенная синовиальная оболочка (между стрелками) плечевого сустава; б — усиление сосудистого рисунка в мягкотканых элементах сустава





Рис. 2. Метаэпифизарный ОМ плечевой кости у ребенка 9 мес 21 день (*а, б* — один ребенок): *а* — рентгенологических признаков остеомиелита не выявлено; *б* — МР-томограмма правого плеча, STIR, скан во фронтальной плоскости — отек мягких тканей в нижней трети правого плеча и области локтевого сустава; *в* — другой ребенок: эпифизеолиз дистального эпифиза бедренной кости

нием сигнала от жировой ткани) или T2 FS (T2 — с подавлением сигнала от жировой ткани). Данный метод позволял уточнить локализацию очага воспаления и затем провести прицельное сканирование зоны интереса.

Использование контрастных препаратов способствовало более четкой локализации очага воспаления, а также уточнению распространения инфекционного процесса в зону эпифиза (богатого у младенцев хрящевой тканью). Постконтрастные последовательности более четко обозначили границы зоны активного кровоснабжения.

Таким образом, подводя итог применению МРТ у младенцев и детей до года с метаэпифизарными поражениями, можно отметить высокую информативность метода при выявлении воспа-

лительного процесса на ранних стадиях за счет визуализации изменений костного мозга, мягких тканей и внутрисуставных структур.

## Выводы

1. При поступлении новорожденного с подозрением на метаэпифизарный остеомиелит необходимо выполнение стандартного рентгенографического исследования области предполагаемого поражения для исключения травматического или преморбидного диспластического процесса.
2. После рентгенографии всем детям показано УЗИ области предполагаемого поражения. В зависимости от вероятных сроков начала заболевания следует прицельно искать

изменения мягкотканых и/или костно-хрящевых сегментов зоны интереса.

3. УЗИ необходимо проводить в режиме двух полей со сравнением зоны интереса с симметричной областью контралатеральной конечности.
4. При сомнительных данных рентгенологического и ультразвукового методов, особенно в случаях предполагаемого поражения труднодоступных областей, а также при ухудшении состояния ребенка методом выбора является МРТ.

## Список литературы

1. Завадовская В. Д., Полковникова С. А., Масликов В. М. Особенности ультразвуковой картины острого гематогенного остеомиелита у детей раннего возраста // Российский электронный журнал лучевой диагностики. 2017. Т. 7. № 2. С. 94–101.
2. Ольхова Е. Б., Шолохова Н. А., Кирсанов А. С. Комплексная лучевая диагностика осложненной септикопиемической мультифокальной формы остеомиелита у новорожденного // Радиология – практика. 2020. № 3 (81). С. 62–74.
3. Румянцева Г. Н., Горшков А. Ю., Сергеечев С. П., Михайлова С. И. Острый метаэпифизарный остеомиелит у детей раннего возраста, особенности течения и диагностики // Современные проблемы науки и образования (научный журнал). 2017. № 4. С. 7–14.
4. Шолохова Н. А., Ганиева А. М., Лежнев Д. А. Современное состояние вопроса комплексной лучевой диагностики остеомиелита у детей и подростков // Вестник СУРГУ. Медицина. 2019. № 4 (42). С. 8–14.
5. Jaramillo D. et al. Hematogenous osteomyelitis in infants and Children: Imaging

of a Changing Disease. Radiology. Radiological Society of North America Inc., 2017. V. 283. No. 3. P. 629–643.

6. Jaimes C. et al. MR imaging of normal epiphyseal development and common epiphyseal disorders. Radiographics. Radiological Society of North America, 2014. V. 34. No. 2. P. 449–471.
7. Lee Y. J. et al. The imaging of osteomyelitis. Quantitative Imaging in Medicine and Surgery. AME Publishing Company, 2016. V. 6. No. 2. P. 184–198
8. Kiechl-Kohlendorfer U., Griesmaier E. Osteomyelitis. Neonatal Bacterial Infection. InTech. 2013.
9. Lindsay A. J. et al. Extended field of view magnetic resonance imaging for suspected osteomyelitis in very young children: is it useful? Pediatr. Radiol. Springer Verlag, 2019. V. 49. No. 3. P. 379–386.
10. Rueda Mejia A. M. et al. Imaging Diagnosis of Osteomyelitis in Children. ECR. 2015. P. 1–39.

## References

1. Zavadovskaya V. D., Polkovnikova S. A., Maslikov V. M. Osobennosti ul'trazvukovoy kartiny ostrogo gematogenno osteomielita u detey rannego vozrasta. Rossiyskiy elektronnyy zhurnal luchevoy diagnostiki. 2017. T. 7. No. 2. P. 94–101 (in Russian).
2. Ol'khova E. B., Sholokhova N. A., Kirsanov A. S. Kompleksnaya lucheovaya diagnostika oslozhnennoy septikopiemicheskoy mul'tifokal'noy formy osteomielita u novorozhdennogo. Radiologiya – praktika. 2020. No. 3 (81). P. 62–74 (in Russian).
3. Rumyantseva G. N., Gorshkov A. Yu., Sergeechev S. P., Mikhaylova S. I. Ostryy metaepifizarnyy osteomielit u detey rannego vozrasta, osobennosti techeniya i diagnostiki. Sovremennye problemy nau-



- ki i obrazovaniya (nauchnyy zhurnal). 2017. No. 4. P. 7–14 (in Russian).
4. *Sholokhova N. A., Ganieva A. M., Lezhnev D. A.* Sovremennoe sostoyanie voprosa kompleksnoy luchevoj diagnostiki osteomyelita u detey i podrostkov. Vestnik SURGU. Meditsina. 2019. No. 4 (42). P. 8–14 (in Russian).
  5. *Jaramillo D. et al.* Hematogenous osteomyelitis in infants and Children: Imaging of a Changing Disease. Radiology. Radiological Society of North America Inc., 2017. V. 283. No. 3. P. 629–643.
  6. *Jaimes C. et al.* MR imaging of normal epiphyseal development and common epiphyseal disorders. Radiographics. Radiological Society of North America, 2014. V. 34. No. 2. P. 449–471.
  7. *Lee Y. J. et al.* The imaging of osteomyelitis. Quantitative Imaging in Medicine and Surgery. AME Publishing Company, 2016. V. 6. No. 2. P. 184–198.
  8. *Kiechl-Kohlendorfer U., Griesmaier E.* Neonatal. Osteomyelitis. Neonatal Bacterial Infection. InTech. 2013.
  9. *Lindsay A. J. et al.* Extended field of view magnetic resonance imaging for suspected osteomyelitis in very young children: is it useful? Pediatr. Radiol. Springer Verlag, 2019. V. 49. No. 3. P. 379–386.
  10. *Rueda Mejía A. M. et al.* Imaging Diagnosis of Osteomyelitis in Children. ECR. 2015. P. 1–39.

## Сведения об авторе

**Шолохова Наталия Александровна**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова» Минздрава России, заведующая отделением лучевой диагностики ГБУЗ «Детская городская клиническая больница Святого Владимира» Департамента здравоохранения города Москвы.

Адрес: 107014, г. Москва, ул. Рубцовско-Дворцовая, д. 1/3.

Тел.: +7 (495) 611-01-77. Электронная почта: sholohova@bk.ru

ORCID.org/0000-0002-0412-4938

**Sholokhova Nataliya Aleksandrovna**, Ph. D. Med., Assistant Professor of Department of Radiology, Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov, Department of Radiology, Ministry of Healthcare of Russia; the Head of Department of the Ultrasound Diagnostic Moscow Clinical Municipal Children Hospital St. Vladimir, Moscow Healthcare Department.

Address: 1/3, ul. Rubtsovsko-Dvortsovaia, Moscow, 107014. Russia.

Phone number: +7 (495) 611-01-77. E-mail: sholohova@bk.ru

ORCID.org/0000-0002-0412-4938

## Финансирование исследования и конфликт интересов.

Исследование не финансировалось какими-либо источниками. Автор заявляет, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов.

Дата поступления статьи в редакцию издания: 16.06.2021 г.

Дата одобрения после рецензирования: 17.06.2021 г.

Дата принятия статьи к публикации: 01.07.2021 г.