

МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ СЕМИОТИКА ПРИ ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ПОРАЖЕНИЯХ МЕТАЭПИФИЗАРНОЙ ЗОНЫ У ДЕТЕЙ

Н. А. Шолохова^{1,2}

¹ Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова Минздрава РФ, Москва, Россия

² Детская городская клиническая больница святого Владимира Департамента здравоохранения г. Москвы, Москва, Россия

Цель – изучить возможности метода магнитно-резонансной томографии при острых поражениях эпифизов и метафизов костей у детей старше года и подростков. **Материал и методы.** Проведен анализ данных лучевых исследований 76 экстренно обратившихся пациентов с острым гематогенным остеомиелитом. Возрастной состав группы исследования – от 1 года до 17 лет с преобладанием мальчиков в возрасте 12–18 лет (70 %). **Результаты.** Ранний период остеомиелитического процесса характеризовался рентгенонегативной диагностической стадией по причине отсутствия деструктивных изменений костной ткани. У 93,4 % (63/76) детей с подтвержденным диагнозом острого воспалительного заболевания на первичных рентгенограммах не были выявлены признаки деструкции. Ультразвуковое исследование показало диагностическую эффективность в отношении мягкотканых изменений и патологии структур сустава, предоставляя косвенную информацию. Магнитно-резонансная томография на ранних стадиях воспалительного процесса в полной мере (76/76; 100 %) позволила визуализировать интрамедуллярные изменения в виде трабекулярного отека костного мозга, утолщения надкостницы (73/76; 96,1 %) и изменения параоссальных мягких тканей (75/76; 98,7 %) уже на 3–5 день заболевания. В 92,1 % случаев были выявлены признаки синовита, в то время как ультразвуковое исследование предоставляло информацию в 78,9 % случаев.

Ключевые слова: рентгенография, магнитно-резонансная томография, компьютерная томография.

Шифр специальности: 14.01.13 Лучевая диагностика, лучевая терапия.

Автор для переписки: Шолохова Наталия Александровна, e-mail: sholohova@bk.ru

MAGNETIC RESONANCE SEMIOTICS IN INFLAMMATORY LESIONS OF THE METAPHYSICAL ZONE IN CHILDREN

N. A. Sholokhova^{1,2}

¹ A. I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russia

² Children's State Hospital of St. Vladimir, Moscow, Russia

The study aims to analyze the possibilities of the magnetic resonance imaging method in acute lesions of the epiphyses and metaphyses of bones in children over one year old and adolescents. **Material and methods.** In the course of the study, the analysis of the radiography studies data of 76 urgently applied patients with acute hematogenous osteomyelitis was carried out. The age of the patients ranged from 1 to 17 years old, with predominance of male patients of 12-18 years old (70 %). **Results.** The early period of osteomyelitis process was characterized with X-ray negative diagnostic stage due to the absence of destructive changes in the bone tissue. No signs of destruction were found during the first X-ray in 93.4 % (63/76) children with confirmed diagnosis of acute inflammatory disease. The ultrasound imaging study has shown the diagnostic efficiency in relation with soft tissue and pathology of joint structures, providing indirect information about the bone pathology. Magnetic resonance imaging, performed at the early stage of inflammatory process, fully (76/76; 100 %) allowed to visualize intramedullary changes such as trabecular edema of the bone marrow, periosteal thickening (73/76, 96.1 %) and changes of the paraosseous soft tissues (75/76; 98.7 %). These changes were determined on the 3-5th day of the disease. The signs of synovitis were determined by magnetic resonance imaging, whilst ultrasound imaging provided information in 78.9 % of cases.

Keywords: radiography, magnetic resonance imaging, computed tomography.

Code: 14.01.13 Radiology and Radiation Therapy.

Corresponding Author: Nataliya A. Sholokhova, e-mail: sholohova@bk.ru

ВВЕДЕНИЕ

Воспалительные заболевания костной ткани в детском возрасте имеют свои особенности, среди которых несовершенный иммунитет пациента, преобладание острых форм и благоприятный прогноз при своевременном лечении [1–2].

При выборе тактики при остеомиелите (ОМ) врач-педиатр опирается в первую очередь на результаты диагностических исследований, так как патоморфические и клинические признаки различных форм остеомиелита отсутствуют [3–4]. У детей в большинстве случаев патологический процесс локализуется в метаэпифизарной зоне [5]. Такая особенность обусловлена анатомо-физиологическими особенностями: зона роста кости имеет активное кровоснабжение и большой процент формирующихся структурных элементов.

При поздней диагностике воспалительного процесса, локализуемого в метаэпифизе кости, увеличивается риск поражения зоны роста и эпифиза кости, что влечет серьезные последствия [6]. Предотвращение инвалидизирующих осложнений обуславливает необходимость изучения возможностей современных методов лучевой диагностики при воспалительных процессах костной ткани. Анализ данных позволяет делать выводы о возможностях стандартной рентгенографии, цифрового томосинтеза, мультисрезовой компьютерной томографии [4, 7]. Однако эти методы и методики обладают той или иной степенью ионизирующего излучения, что необходимо учитывать при работе с детьми [8].

Данный факт определяет актуальность детального изучения возможностей магнитно-резонансной томографии (МРТ) при заболеваниях, сопровождающихся поражением метафиза и эпифиза кости.

Цель – изучить возможности метода магнитно-резонансной томографии при острых поражениях эпифизов и метафизов костей у детей и подростков.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование одобрено Межвузовским комитетом по этике (протокол от 26.09.2019).

Информированное согласие родителей или законных представителей утверждено в соответствии с дизайном исследования и законодательными основами.

Определены группы исследования: дети и подростки с острыми воспалительными заболеваниями, локализующимися в метаэпифизарной зоне кости.

Проведен ретроспективный анализ данных лучевых исследований экстренно обратившихся в клинику 76 детей, которым был установлен диагноз «острый гематогенный остеомиелит» (ОГО). Возраст пациентов – от 1 года до 17 лет 11 месяцев с преобладанием мальчиков в возрасте 12–18 лет (70 %). Поражение верхней конечности имело место у 32 % детей, нижней конечности – у 68 %. Всем пациентам проводилось ультразвуковое исследование (УЗИ), рентгенография и МРТ области поражения. Компьютерная томография (КТ) выполнена 16 детям с мультифокальной формой заболевания.

При первичном обращении выполнялась стандартная рентгенография области предполагаемого поражения в стандартных проекциях. Рентгенографические и ультразвуковые исследования проводились в условиях приемного отделения. УЗИ выполнялось на аппарате премиум-класса Voluson E-8. Сканирование метаэпифизарных областей произведено по стандартным методикам, исследование каждого сустава выполнялось из продольных и поперечных доступов. Обязательно обследован контрлатеральный сустав.

Рентгенография заинтересованной области и прилежащего сустава (суставов) выполнена на аппарате FDR AcSelerete Fujifilm.

МРТ производилась на магнитно-резонансном томографе Excelart Vantage Atlas-X (Toshiba). Сканирование областей проведено по отработанным методикам с применением анестезиологического пособия у детей до 5–6 лет. Контрастное усиление – гадолиний содержащими препаратами (рис. 1).



Рис. 1. Пациентка Б., 13 лет:

а – рентгенограмма коленного сустава, признаков деструктивного процесса не выявлено;
б, в – МРТ через сутки: зона локального гиперинтенсивного сигнала медиального отдела метаэпифиза как проявление трабекулярного отека костного мозга
 (предположительный диагноз «первично-хронический остеомиелит» верифицирован морфологически)

Статистическое сравнение результатов проводилось путем проверки гипотез при помощи теста

хи-квадрат для трех пропорций. Пропорция – отношение количества пациентов с выявленным признаком

к числу всех пациентов с данной нозологией. Нулевая гипотеза – пропорции для всех трех нозологий равны, альтернатива – хотя бы одна пропорция отличается. Результаты показаны в виде р-значения с поправкой на множественную проверку гипотез по методу Бонферрони – Холма. При р-значении меньше выбранного уровня значимости (0,05) нулевая гипотеза отвергается в пользу альтернативы на этом уровне значимости, т. е. такой признак выявляется по-разному при разных нозологиях [9].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На момент обращения при УЗИ выявлялись изменения структур сустава и окружающих мягких тканей. Выпот в суставе имел место у 43 детей, что составило 57 % обследованных, в то время как изменение параартикулярных мягких тканей отмечено у большего количества пациентов (57/76; 75 %). Стандартная рентгенография зоны интереса с захватом смежного сустава в большинстве случаев выявляла косвенные признаки воспалительного процесса в виде регионарного остеопороза (43/76; 75,0 %) и изменения зоны роста (69/76; 92 %). Гораздо реже на ранней стадии процесса визу-

ализирована периостальная реакция (15/76; 19,7 %). При длительности анамнеза более 10 дней метод позволял выявить деструкцию костной ткани метаэпифизарной области (5/76; 6,6 %). Такие признаки воспалительного процесса костной ткани, как свищевые ходы, выявлялись только у 4 пациентов (5,3 %), в то же время наличие секвестров на ранней стадии процесса не было заподозрено ни в одном случае. Вышеперечисленные изменения в совокупности с клинико-лабораторными отклонениями определяли показания к выполнению МРТ.

При магнитно-резонансной томографии визуализировано наибольшее количество семиотических признаков воспалительного процесса в острой стадии заболевания. Наиболее часто встречающимися из них были: трабекулярный отек костного мозга (61/61; 100 %), изменение параоссальных мягких тканей с наличием экстраоссального компонента (61/61; 100 %) и реакция надкостницы (57/61; 88 %) (рис. 1).

Подробный анализ диагностической точности методов лучевой диагностики на ранних стадиях острого гематогенного остеомиелита представлен в таблице.

Таблица

Диагностическая точность методов лучевой диагностики при определении ранних признаков острого гематогенного остеомиелита

Выявляемый признак / %	УЗИ 1	Ргр 2	КТ 3	МРТ 4	p < 0,05
Деструкция кости	0	6,6	96,9	90,8	1–2; 1–3; 1–4; 2–3; 2–4; 3–4
Изменение кортикального слоя	0	7,9	72,9	61,3	1–2; 1–3; 1–4; 2–3; 2–4; 3–4
Остеопороз	0	75,0	32,9	11	1–2; 1–3; 1–4; 2–3; 2–4
Изменение формы эпифиза и метафиза	0	0	92,9	49,2	1–3; 1–4; 2–3; 2–4; 3–4
Изменение зоны роста	0	72,1	91,7	96,1	1–2; 1–3; 1–4; 2–3; 3–4
Трабекулярный отек костного мозга	0	0	0	100	1–4; 2–4; 3–4
Изменение костномозгового канала	0	7,9	32,9	93,4	1–2; 1–3; 1–4; 2–3; 2–4; 3–4
Периостальная реакция	48,7	19,7	32,9	96,1	1–2; 1–3; 1–4; 2–3; 2–4; 3–4
Экстраоссальный компонент	77,6	0	21,1	98,7	1–2; 1–3; 1–4; 2–3; 2–4; 3–4
Изменение параоссальных мягких тканей	75,0	14,5	21,1	98,7	1–2; 1–3; 1–4; 2–3; 2–4; 3–4

Поднадкостничное скопление (абсцесс)	10,5	0	7,9	82,9	1-2; 1-4; 2-3; 2-4; 3-4
Изменение структур сустава (синовит)	78,9	0	0	92,1	1-2; 1-3; 1-4; 2-4; 3-4
Выпот в суставе	57,9	0	22,4	92,1	1-2; 1-3; 1-4; 2-3; 2-4; 3-4
Секвестры	3,9	0	55,3	47,4	1-2; 1-4; 2-3; 2-4; 3-4
Свищевые ходы	26,3	5,3	31,3	56,6	1-2; 1-3; 1-4; 2-4; 3-4

Примечание: статистически значимые различия между группами при $p < 0,05$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ранний период остеомиелитического процесса характеризуется рентгенонегативной диагностической стадией по причине отсутствия деструктивных изменений костной ткани. У 93,4 % (63/76) детей с подтвержденным диагнозом острого воспалительного заболевания при первичном рентгеновском исследовании не были выявлены признаки костной патологии.

УЗИ позволило визуализировать мягкотканые изменения и вовлечение структур сустава, предоставляя косвенную информацию о воспалительном процессе костной ткани. Магнитно-резонансная томография на ранних стадиях острого гематогенного остеомиелита со статистически значимыми различиями позволила визуализировать интарамедулярные изменения в виде трабекулярного отека костного мозга (76/76; 100 %; $p < 0,05$), утолщения надкостницы (73/76; 96,1 %; $p < 0,05$) и патологию параоссальных мягких тканей (75/76; 98,7 %; $p < 0,05$) уже на 3–5 день заболевания. Таким образом, МРТ является наиболее

специфичной методикой для выявления острого воспалительного процесса и дает лучшую визуализацию изменений костного мозга на начальных этапах, позволяет выявить локализацию патологического очага и изменения в окружающих мягких тканях.

Отдельно необходимо отметить преимущества МРТ в визуализации внутрисуставных изменений, например синовита. Данный признак был выявлен на МРТ в 92,1 % случаев ($p < 0,05$), в то время как УЗИ предоставляло информацию только в 78,9 % исследований.

Компьютерная томография выполнялась при отрицательной клинко-рентгенологической динамике и на этапах предоперационного планирования у пациентов с мультифокальной формой заболевания.

Применение магнитно-резонансной томографии в значительной степени позволило уменьшить ложно-отрицательные результаты рентгенографии на ранних стадиях заболевания.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ольхова Е. Б., Шолохова Н. А., Жусмаитов С. В. Эхография в дифференциальной диагностике эпифизарных поражений у новорожденных // Детская хирургия. 2019. Т. 23, № 1S3. P. 49.
2. Румянцева Г. Н., Горшков А. Ю., Сергеечев С. П., Михайлова С. И. Острый метаэпифизарный остеомиелит у детей раннего возраста, особенности течения заболевания // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 4. С. 41.
3. Шолохова Н. А., Ганиева А. М., Лежнев Д. А. Современное состояние вопроса комплексной лучевой диагностики лучевой диагностики у детей и подростков // Вестник СурГУ. Медицина. 2019. № 4. P. 8–13.
4. Lindsay A. J. et al. Extended field of view magnetic resonance imaging for suspected osteomyelitis in very young children: is it useful? // *Pediatr Radiol*. 2019. Vol. 49, Is. 3. P. 379–386.

REFERENCES

1. Olkhova E. B., Sholokhova N. A., Zhusmaitov S. V. Ekhographiia v differentsialnoi diagnostike epifizarnykh porazhenii u novorozhdennykh // *Detskaia khirurgiia*. 2019. Vol. 23, No. 1S3. P. 49. (In Russian).
2. Rumyantseva G. N., Gorshkov A. Yu., Sergeechev S. P., Mikhailova S. I. Acute metaepiphyseal osteomyelitis at children of early age, feature of a current and diagnostics // *Modern problems of science and education*. 2017. No. 4. P. 41. (In Russian).
3. Sholokhova N. A., Ganieva A. M., Lezhnev D. A. Current state of complex radiology issue of osteomyelitis in children and adolescents // *Vestnik SurGU. Medicina*. 2019. No. 4. P. 8–13. (In Russian).
4. Lindsay A. J. et al. Extended field of view magnetic resonance imaging for suspected osteomyelitis in very young children: is it useful? // *Pediatr Radiol*. 2019. Vol. 49, Is. 3. P. 379–386.

5. Kasalak Ö. et al. Diagnostic value of MRI signs in differentiating Ewing sarcoma from osteomyelitis // *Acta radiol.* 2019. Vol. 60, Is. 2. P. 204–212.
6. Manz N. et al. Evaluation of the current use of imaging modalities and pathogen detection in children with acute osteomyelitis and septic arthritis // *Eur J Pediatr.* 2018. Vol. 177, Is. 7. P. 1071–1080.
7. Chan B. Y. et al. MR imaging of pediatric bone marrow // *Radiographics.* 2016. Vol. 36, Is. 6. P. 1911–1930.
8. Балонов М. И., Голиков В. Ю., Водоватов А. В. Научные основы радиационной защиты в современной медицине. Лучевая диагностика / под ред. профессора М. И. Балонова. СПб. : НИИРГ имени проф. П. В. Рамзаева, 2019. 320 с.
9. Жаворонков Л. П. Основы прикладной медико-биологической статистики. Обнинск. 2012. 87 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Шолохова Наталия Александровна – кандидат медицинских наук, доцент кафедры лучевой диагностики, Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова Минздрава РФ; заведующая отделением лучевой диагностики, Детская городская клиническая больница святого Владимира Департамента здравоохранения г. Москвы, Москва, Россия.

E-mail: sholohova@bk.ru

ABOUT THE AUTHOR

Nataliya A. Sholokhova – Candidate of Sciences (Medicine), Associate Professor, Radiology Department, A. I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry; Head, Radiology Department, Children's State Hospital of St. Vladimir, Moscow, Russia.

E-mail: sholohova@bk.ru