

DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1571>

Научная статья



Сравнительный анализ результатов мультиспиральной компьютерной томографии с использованием методов цветового картирования и магнитно-резонансной томографии в диагностике острого гематогенного остеомиелита у детей

А.В. Поздняков¹, В.Г. Сварич^{2,3}, Д.А. Лыуров^{2,3}¹ Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, Санкт-Петербург, Россия;² Республиканская детская клиническая больница, Сыктывкар, Россия;³ Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина, Сыктывкар, Россия

АННОТАЦИЯ

Актуальность. Несмотря на то что острый гематогенный остеомиелит считается достаточно хорошо изученным заболеванием, частота диагностических ошибок остается достаточно высокой. Остеомиелит бывает трудно выявить из-за вариабельности и неспецифичности симптомов, физикальных и лабораторных показателей. Ранняя диагностика имеет решающее значение для успешного исхода заболевания, так как несвоевременное лечение увеличивает количество осложнений.

Цель — оценить информативность методов магнитно-резонансной томографии и мультиспиральной компьютерной томографии в диагностике интрамедуллярной фазы острого гематогенного остеомиелита, как его наиболее раннего признака.

Материалы и методы. Тридцати пациентам с подозрением на острый гематогенный остеомиелит были выполнены магнитно-резонансная томография и мультиспиральная компьютерная томография с применением методики цветового картирования и оценкой рентгеновской плотности. На заключительном этапе диагностического алгоритма проводили остеотонометрию. Одновременно производили забор содержимого костно-мозгового канала для проведения микробиологических и бактериологических исследований.

Результаты. В интрамедуллярной фазе острого гематогенного остеомиелита при магнитно-резонансной томографии и мультиспиральной компьютерной томографии в 96 % случаев выявлены признаки отека костного мозга. Чувствительность магнитно-резонансной томографии составила 96 %, так же как и при мультиспиральной компьютерной томографии, однако специфичность была значительно ниже, чем у мультиспиральной компьютерной томографии с применением метода цветового картирования и оценкой рентгенологической плотности, и составила соответственно 67 % против 83 % ($p < 0,05$).

Обсуждение. В последние годы роль компьютерной томографии в диагностике острого гематогенного остеомиелита у детей получила значительное признание в детской хирургической практике, а использование мультиспиральной компьютерной томографии с применением метода цветового картирования и оценкой рентгенологической плотности в диагностике острого гематогенного остеомиелита у детей стало использоваться относительно недавно. В то же время о высокой информативности мультиспиральной компьютерной томографии в диагностике острого гематогенного остеомиелита сообщалось многими исследователями.

Выводы. 1. Картина интрамедуллярной фазы острого гематогенного остеомиелита по данным магнитно-резонансной томографии и мультиспиральной компьютерной томографии свидетельствует об отеке костного мозга, как его наиболее раннем признаке. 2. По данным настоящего исследования, мультиспиральная компьютерная томография с использованием метода цветового картирования и оценкой рентгеновской плотности обладает высокой специфичностью и может совместно с магнитной резонансной томографией использоваться в качестве основного метода диагностики интрамедуллярной фазы острого гематогенного остеомиелита.

Ключевые слова: мультиспиральная компьютерная томография; магнитно-резонансная томография; острый гематогенный остеомиелит; интрамедуллярная фаза; диагностика; дети.

Для цитирования:

Поздняков А.В., Сварич В.Г., Лыуров Д.А. Сравнительный анализ результатов мультиспиральной компьютерной томографии с использованием методов цветового картирования и магнитно-резонансной томографии в диагностике острого гематогенного остеомиелита у детей // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. 2023. Т. 13, № 4. С. 503–511. DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1571>

Рукопись получена: 23.09.2023

Рукопись одобрена: 15.11.2023

Опубликована: 25.12.2023

DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1571>

Research Article

Comparative analysis of the results of multispiral computed tomography using color mapping and magnetic resonance imaging in the diagnosis of acute hematogenous osteomyelitis in children

Alexander V. Pozdnyakov¹, Vyacheslav G. Svarich^{2,3}, Denis A. Lyurov^{2,3}¹ Saint Petersburg State Pediatric Medical University, Saint Petersburg, Russia;² Republican Children's Hospital, Syktyvkar, Russia;³ Pitirim Sorokin Syktyvkar state University, Syktyvkar, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Although acute hematogenous osteomyelitis is considered a fairly well-studied disease, several articles emphasize that the frequency of diagnostic errors remains quite high. The clinical presentation of acute hematogenous osteomyelitis largely depends on its reactivity and localization. The latter has features of the clinical course in children of different age groups. Osteomyelitis can be difficult to detect because of the variability and nonspecificity of symptoms and physical and laboratory parameters. Rapid diagnosis is crucial for successful disease outcomes because untimely treatment increases the number of complications. Therefore, visualization should be aimed at early diagnosis and, ultimately, successful treatment.

AIM: This study aimed to evaluate the informative value of magnetic resonance imaging and multispiral computed tomography (MSCT) in the diagnosis of the intramedullary phase of acute hematogenous osteomyelitis as its earliest stage.

MATERIALS AND METHODS: Thirty patients suspected with acute hematogenous osteomyelitis underwent magnetic resonance imaging and MSCT using color mapping techniques and X-ray density assessment. At the final stage of the diagnostic algorithm, osteometry was performed. The contents of the bone marrow canal were taken for microbiological and bacteriological studies.

RESULTS: In the intramedullary phase of acute hematogenous osteomyelitis, magnetic resonance imaging and MSCT revealed signs of bone marrow edema in 96% of the cases. The sensitivity of magnetic resonance imaging was 96%, the same as that of MSCT; however, the specificity was significantly lower than that of MSCT using the color mapping method and X-ray density assessment, which was 67% and 83%, respectively ($p < 0.05$).

DISCUSSION: In recent years, the role of computed tomography in the diagnosis of acute hematogenous osteomyelitis has received considerable recognition in pediatric surgical practice, and MSCT with color mapping and X-ray density assessment in the diagnosis of acute hematogenous osteomyelitis in children has been used relatively recently. Simultaneously, many researchers have reported the high informativeness of MSCT in the diagnosis of acute hematogenous osteomyelitis.

CONCLUSIONS: The intramedullary phase of acute hematogenous osteomyelitis according to magnetic resonance imaging and MSCT indicates bone marrow edema as its earliest stage. According to the data of the present study, MSCT using color mapping and X-ray density assessment has high specificity and can be used with MRI as the main method for diagnosing the intramedullary phase of acute hematogenous osteomyelitis.

Keywords: multispiral computed tomography; magnetic resonance imaging; acute hematogenous osteomyelitis; intramedullary phase; diagnostics; children.

To cite this article

Pozdnyakov A.V., Svarich V.G., Lyurov D.A. Comparative analysis of the results of multispiral computed tomography using color mapping and magnetic resonance imaging in the diagnosis of acute hematogenous osteomyelitis in children. *Russian Journal of Pediatric Surgery, Anesthesia and Intensive Care*. 2023;13(4):503–511. DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1571>

Received: 23.09.2023

Accepted: 15.11.2023

Published: 25.12.2023

DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1571>

Research Article

多螺旋计算机断层扫描彩色图谱与磁共振成像在诊断儿童急性血源性骨髓炎髓内阶段中的结果对比分析

Alexander V. Pozdnyakov¹, Vyacheslav G. Svarich^{2,3}, Denis A. Lyurov^{2,3}¹ Saint Petersburg State Pediatric Medical University, Saint Petersburg, Russia;² Republican Children's Hospital, Syktyvkar, Russia;³ Pitirim Sorokin Syktyvkar state University, Syktyvkar, Russia

摘要

论证。尽管急性血源性骨髓炎被认为是一种研究相当深入的疾病，但诊断错误的发生率仍然相当高。由于症状、体征和实验室检查结果的多变性和非特异性，骨髓炎很难被发现。早期诊断对疾病的成功结局至关重要，因为治疗不及时会增加并发症的数量。

目的。本研究旨在评估磁共振成像和多螺旋计算机断层扫描方法在诊断急性血源性骨髓炎髓内期最早征兆方面的信息量。

材料与方法。30名疑似急性血源性骨髓炎患者接受了磁共振成像和多螺旋计算机断层扫描，并进行了彩色绘图和X射线密度评估。在诊断算法的最后阶段，还进行了骨密度测量。同时，采集骨髓管内容物进行微生物学和细菌学研究。

结果。在急性血源性骨髓炎的髓内阶段，96%的病例通过磁共振成像和多螺旋计算机断层扫描发现骨髓水肿迹象。我们注意到，磁共振成像的灵敏度为96%，多螺旋计算机断层扫描的灵敏度相同，但特异性明显低于多螺旋计算机断层扫描彩色图谱和放射学密度评估，分别为67%和83% ($P < 0.05$)。

讨论。近年来，计算机断层扫描在诊断儿童急性血源性骨髓炎中的作用已在儿科外科实践中得到相当程度的认可，而在诊断儿童急性血源性骨髓炎中使用多螺旋计算机断层扫描并结合彩色图谱和放射学密度评估的应用则相对较晚。与此同时，许多研究人员都报道了多螺旋计算机断层扫描在诊断急性血源性骨髓炎中的高信息价值。

结论。1. 磁共振成像和多螺旋计算机断层扫描显示，急性血源性骨髓炎髓内期的最早表现为骨髓水肿。
2. 根据本研究，多螺旋计算机断层扫描彩色图谱和X射线密度估算具有较高的特异性，可与磁共振成像共同作为诊断急性血源性骨髓炎髓内期的主要方法。

关键词：多螺旋计算机断层扫描；磁共振成像；急性血源性骨髓炎；髓内期；诊断；儿童。

引用本文

Pozdnyakov A.V., Svarich V.G., Lyurov D.A. 多螺旋计算机断层扫描彩色图谱与磁共振成像在诊断儿童急性血源性骨髓炎髓内阶段中的结果对比分析. *Russian Journal of Pediatric Surgery, Anesthesia and Intensive Care*. 2023;13(4):503–511. DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1571>

收到: 23.09.2023

接受: 15.11.2023

发布日期: 25.12.2023

АКТУАЛЬНОСТЬ

Несмотря на то что острый гематогенный остеомиелит (ОГО) считается достаточно хорошо изученным заболеванием, в ряде статей подчеркивается, что частота диагностических ошибок остается достаточно высокой [1–3]. Клиническая картина ОГО во многом зависит от его реактивности и локализации. Последняя имеет особенности клинического течения у детей разных возрастных групп, что объясняется незрелостью костной ткани и других систем организма [4, 5]. Остеомиелит бывает трудно выявить клинически из-за вариабельности и неспецифичности симптомов, физикальных и лабораторных показателей. Быстрая диагностика имеет решающее значение для успешного исхода заболевания, так как несвоевременное лечение значительно увеличивает количество осложнений остеомиелита [6]. Поэтому визуализация должна быть направлена на раннюю диагностику и, в конечном счете, на успешное лечение.

Цель исследования — оценить информативность методов магнитно-резонансной томографии (МРТ) и мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) в диагностике интрамедуллярной фазы острого гематогенного остеомиелита, как его наиболее раннего признака.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Тридцать пациентов в возрасте от 3 до 17 лет поступили в течение 3 сут после начала заболевания. Комплексное обследование включало, в том числе и МСКТ с методом цветового картирования и количественной оценкой рентгенологической плотности. Исследование проводилось на 16-срезовом мультиспиральном компьютерном томографе Aquilion 16 (Япония). Всем пациентам также проводили МРТ пораженной конечности на 1,5 Тл МР-томографе Optima MR450w «GE» (США) с использованием брюшной катушки (Body) в положении пациента лежа на столе. Обязательный протокол МРТ включал в себя стандартные импульсные последовательности T1, T2, STIR в трех проекциях. На заключительном этапе диагностического алгоритма проводилась остеотонометрия. Она считается диагностическим, если давление в костно-мозговом канале (КМК) при ОГО на интрамедуллярной фазе превышает 110 мм вод. ст. [7]. Одновременно производили забор содержимого КМК для проведения микробиологических и бактериологических исследований. Информативность лучевых методов исследования изучали на основании определения их чувствительности (Ч) и специфичности (С), которые рассчитывали по следующим формулам:

$$Ч = ДП/ДП + ЛО \text{ и } С = ДО/ДО + ЛП,$$

где ДП — количество достоверно положительных результатов; ДО — количество достоверно отрицательных результатов; ЛО — количество ложноотрицательных

результатов; ЛП — количество ложноположительных результатов.

За достоверно положительный (отрицательный) результат принимали случаи положительного (отрицательного) совпадения заключения по лучевому исследованию с окончательным диагнозом. За ложноположительный (отрицательный) результат принимали случаи положительного (отрицательного) заключения по лучевому исследованию, не соответствующий окончательному диагнозу [8]. Статистическая обработка полученных результатов исследования проводилась с использованием пакета прикладных программ Statistics v. 22 (разработчик компания IBM SPSS (США)). Вначале проводили проверку выборок на нормальность распределения с помощью непараметрического критерия Колмогорова – Смирнова, с поправкой Лиллиефорса. Далее проводили сравнительный анализ данных МРТ и МСКТ у пациентов с ОГО внутри протокола сканирования с помощью критерия Стьюдента для независимых выборок. Уровень значимости был принят 0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ

По данным МРТ, у 95 % пациентов, наблюдавшихся в течение 72 ч от начала заболевания, отмечались ранние воспалительные изменения в костном мозге в виде отечных участков с сигналом высокой интенсивности в режиме T2 STIR и сигналом низкой интенсивности на T1-изображениях (рис. 1).

Данные МСКТ с цветным картированием и оценкой рентгенографической плотности показали также, что в 95 % наблюдений у тех же пациентов, обследованных в течение 72 ч от начала ОГО, отмечались ранние воспалительные изменения в костном мозге в виде отечных зон, отображаемых красным цветом при цветном картировании, а рентгеновская плотность в зоне диафиза увеличена в диапазоне от -26 до $+5,6$ HU (рис. 2).

Информативность лучевых методов исследования изучали на основании определения их чувствительности и специфичности. По данным МРТ у 23 пациентов диагноз ОГО был достоверно положительным (ДП) и у 4 пациентов достоверно отрицательным (ДО), что подтвердилось при инструментальном, микробиологическом и бактериологическом исследованиях. У 2 пациентов с артритом и травмой были 2 ложноположительных (ЛП) результата. У 1 пациента при МРТ изменения сигнала выявлено не было — ложноотрицательный (ЛО) результат.

$$Ч = ДП/ДП + ЛО \cdot 100 = 23/23 + 1 = 96 \%;$$

$$С = ДО/ДО + ЛП \cdot 100 = 4/4 + 2 = 67 \%.$$

По данным МСКТ у 23 больных была ДП-диагностика ОГО, а у 5 пациентов — ДО-диагноз, что так же подтвердилось последующим инструментальным, микробиологическим и бактериологическим исследованием.



Рис. 1. Пациент, 12 лет. В режиме T2 STIR отмечается гиперинтенсивный МР-сигнал от костного мозга, характеризующий отек (1); при этом дистальная граница отека костного мозга нечеткая. В режиме T1 слабый, без четких границ гипоинтенсивный сигнал в зоне поражения правой большеберцовой кости (2)

Fig. 1. Patient, 12 years old. In the T2 STIR mode, a hyperintense MR signal from the bone marrow characterizes edema (1); the distal border of bone marrow edema is indistinct. In the T1 mode, a weak, without clear boundaries, a hypointense signal is noted in the affected area of the right tibia (2)

По данным остеотонометрии у всех пациентов, поступивших в стационар до и более чем через 72 ч от начала заболевания, отмечалось повышение внутрикостного давления в пораженной конечности выше 200 мм вод. ст. На заключительном этапе производили забор содержимого костномозгового канала для микробиологического и бактериологического исследования. Последнее также

подтвердило или исключило течение ОГО в исследуемой группе пациентов. Для иллюстрации приводим пример статистической обработки полученных результатов одной группы пациентов.

Проведено сравнение цветового картирования и показателей рентгеновской плотности у пациентов в группе исследования, поступивших в срок до 72 ч от начала

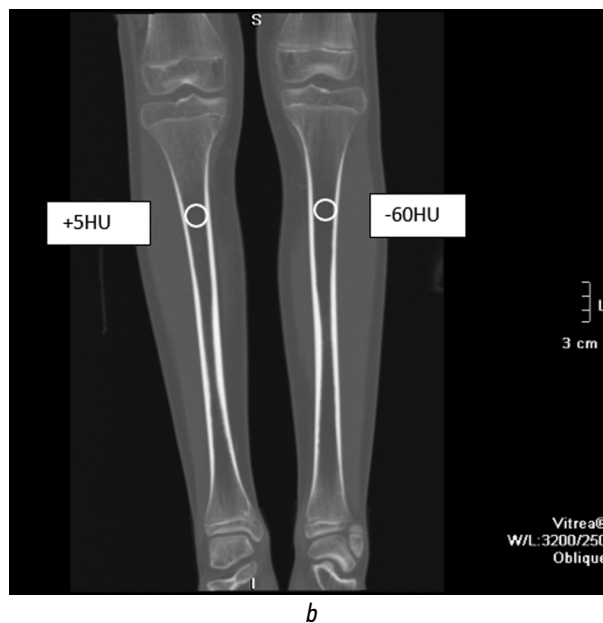
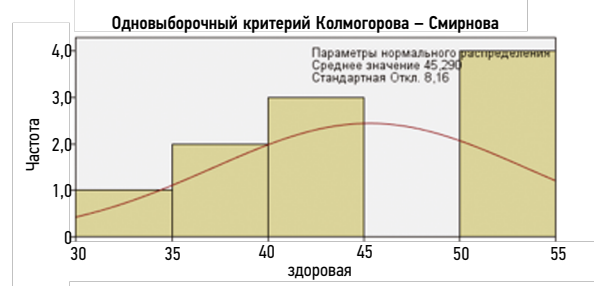
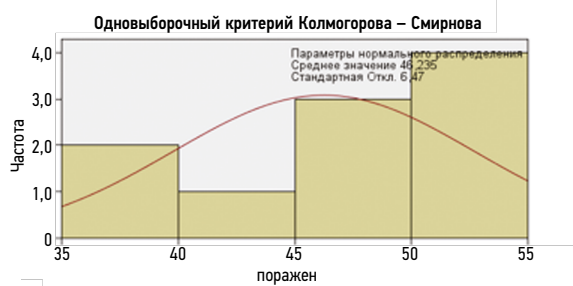


Рис. 2. Пациент, 12 лет, третьи сутки от начала заболевания. Определяются в верхней трети правой большеберцовой кости признаки отека костного мозга при цветовом картировании (а, стрелки) с четкой границей распространения отека по диафизу до средней трети, а также отмечаются изменения показателей рентгеновской плотности (б)

Fig. 2. Patient aged 12 years, third day of illness. Changes in densitometric parameters in the upper third of the right tibia with signs of bone marrow edema are determined by color mapping (a, arrows), and a clear border of the spread of edema to the middle third is determined (b)



Всего		10
Наибольшие экстремальные расхождения	Абсолютная	,169
	Положительная	,136
	Отрицательная	-,169
Статистика критерия		,169 ^{1,2}
Асимптотическая знач.(2-сторонний критерий)		,200

¹ Поправка Лиллиефорса² Нижняя граница истинной значимости

Всего		10
Наибольшие экстремальные расхождения	Абсолютная	,228
	Положительная	,152
	Отрицательная	-,228
Статистика критерия		,228 ¹
Асимптотическая знач.(2-сторонний критерий)		,152

¹ Поправка Лиллиефорса

Рис. 3. Сравнение цветового картирования и показателей рентгеновской плотности у пациентов в группе исследования (проверка на нормальность)

Fig. 3. Comparison of color mapping and X-ray density indicators in the study group (checking for normality)

Итоги по проверке гипотезы

	Нулевая гипотеза	Критерий	Знач.	Решение
1	Распределение здоровая является равномерным с минимумом равным 45,290 и максимумом равным 8,16.	Одновыборочный критерий Колмогорова - Смирнова	,200 ^{1,2}	Нулевая гипотеза принимается.
2	Распределение поражен является равномерным с минимумом равным 46,235 и максимумом равным 6,47	Одновыборочный критерий Колмогорова - Смирнова	,200 ^{1,2}	Нулевая гипотеза принимается.

Выводятся асимптотические значимости. Уровень значимости равен ,05.

¹Поправка Лиллиефорса²Нижняя граница истинной значимости.

Рис. 4. Результаты сравнения данных рентгеновской плотности метафизарных зон пораженной конечности с данными здоровой конечности у пациентов с острым гематогенным остеомиелитом в группе исследования

Fig. 4. Comparison of the X-ray density data of the metaphysical zones of the affected limb with the data of a healthy limb in patients with CSOs in the study group

Таблица. Автоматический расчет *t*-критерия Стьюдента

Table. Automatic calculation of Student's *t*-test

№ измерения	Выборки		Отклонения от среднего		Квадраты отклонений	
	В.1	В.2	В.1	В.2	В.1	В.2
1	35,00	34,55	-11,24	-10,74	126,3376	115,3476
2	36,55	35,15	-9,69	-10,14	93,8961	102,8196
3	42,55	36,75	-3,69	-8,54	13,6161	72,9316
4	45,35	42,55	-0,89	-2,74	0,7921	7,5076
5	46,35	43,85	0,11	-1,44	0,0121	2,0736
6	48,45	44,45	2,21	-0,84	4,8841	0,7056
7	51,00	53,00	4,76	7,71	22,6576	59,4441
8	51,75	53,75	5,51	8,46	30,3601	71,5716
9	52,00	54,00	5,76	8,71	33,1776	75,8641
10	53,35	54,85	7,11	9,56	50,5521	91,3936
Сумма	462,35	452,9	-0,05	0	376,2855	599,659
Среднее	46,24	45,29	-	-	-	-

Примечание. Результат: $t_{эмп} = 0,3$, критические значения.

Note. Result: $t_{emp} = 0.3$, critical values.

заболевания с аналогичной зоной здоровой конечности (рис. 3–5, табл. 1). Возраст пациентов — от 7 до 17 лет. Область исследования — верхняя треть большеберцовой кости. Зона очага — диафизарная зона.

По результатам статистической обработки получилось, что в выборках наблюдается нормальное распределение (рис. 4).

В результате сравнения показателей рентгеновской плотности метафизарных зон пораженной конечности с данными здоровой конечности у пациентов с ОГО в группе исследования значимых различий выявлено не было (нижняя граница истинной значимости $p = 0,200$), значит показатели рентгеновской плотности метафизарных зон пораженной конечности и здоровой конечности у пациентов с ОГО в группе исследования достоверно ($p > 0,05$) не отличаются (см. таблицу, рис. 5).

Полученное эмпирическое значение $t_{\text{эмп}} = 0,3$ находится в зоне незначимости. Это означает, что по результатам сравнения показателей рентгеновской плотности метафизарных зон пораженной конечности с данными здоровой конечности у пациентов с ОГО в группе исследования значимых различий не выявлено (нижняя граница истинной значимости $p = 0,200$), значит показатели рентгеновской плотности метафизарных зон пораженной конечности и здоровой конечности у пациентов с ОГО в группе исследования достоверно ($p > 0,05$) не отличаются. Данные значения могут свидетельствовать, что, учитывая губчатую трабекулярную структуру метафизарных зон трубчатых костей, при МСКТ выявить отек костного мозга на фоне хаотично расположенных костных балок губчатой кости в метафизарной области не представляется возможным.

По результатам статической обработки с помощью непараметрического одновыборочного критерия Колмогорова – Смирнова (поправка Лиллиефорса) все выборки имеют нормальное распределение.

В результате сравнения показателей рентгеновской плотности здоровой конечности у пациентов с ОГО и в группе сравнения при анализе диафизарных областей значимых различий выявлено не было ($p > 0,05$), следовательно показатели здоровой конечности у пациентов с ОГО можно применять как эталонные сравниваемые значения для выявления патологии при остеомиелите.

По результатам статистической обработки с помощью критерия Стьюдента для независимых выборок с оценкой сравнительного анализа рентгеновской плотности у пациентов с ОГО внутри протокола сканирования полученные $t_{\text{эмп}}$ во всех возрастных группах исследования находится в зоне значимости, что подтверждает выявление статистически значимых различий между пораженной и здоровой конечностью.

По результатам сравнения показателей рентгеновской плотности метафизарных зон пораженной и здоровой конечности у пациентов с ОГО, внутри протокола сканирования, значимых различий не выявлено ($p > 0,05$). При статистической обработке с помощью критерия Стьюдента

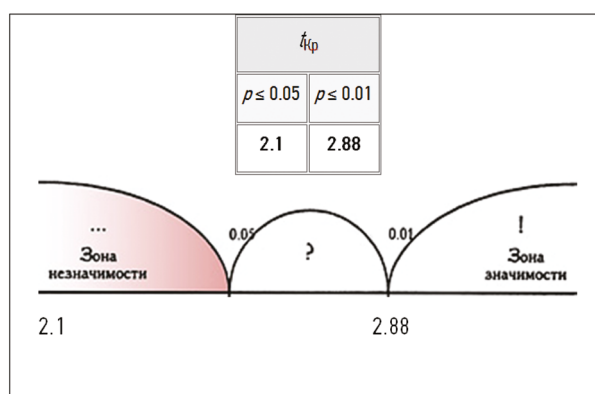


Рис. 5. Распределение полученных показателей на оси значимости

Fig. 5. Distribution of the obtained indicators on the significance axis

полученное $t_{\text{эмп}}$ находится в зоне незначимости, что подтверждает статистически незначимые различия между пораженной и здоровой конечностью.

При оценке цветовой картирования во всех случаях было отмечено изменение цветовой гаммы в области диафиза пораженной конечности у пациентов с ОГО. Изменения цветовой гаммы в метафизарных областях пораженной конечности у пациентов с ОГО не отмечено.

ОБСУЖДЕНИЕ

В последние годы роль компьютерной томографии в диагностике ОГО у детей получила значительное признание в детской хирургической практике [9–11], а использование МРТ и МСКТ с применением метода цветовой картирования и оценкой рентгенологической плотности стало использоваться относительно недавно [12–14]. В то же время о высокой информативности МСКТ в диагностике ОГО сообщали многие исследователи [15–17]. Мы отметили, что чувствительность МРТ составила 96 %, так же как и при МСКТ, однако специфичность была значительно ниже, чем у МСКТ с применением метода цветовой картирования и оценкой рентгенологической плотности и составила соответственно 67 % против 83 % ($p < 0,05$). Вместе с тем в вышеописанной ситуации МСКТ против МРТ обладает определенными преимуществами: значительно меньшее время исследования, возможность, безопасность и информативность исследования при наличии различных металлических конструкций на/в теле пациента.

ВЫВОДЫ

1. Картина интрамедуллярной фазы процесса ОГО по данным МРТ и МСКТ свидетельствует об отеке костного мозга, как о его наиболее раннем признаке.

2. По данным настоящего исследования, МСКТ с использованием метода цветовой картирования и оценкой рентгеновской плотности обладает высокой

специфичностью и может с МРТ использоваться в качестве основного метода диагностики интрамедуллярной фазы ОГО.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией. Личный вклад каждого автора: А.В. Поздняков — анализ полученных данных, разработка дизайна исследования; В.Г. Сварич — написание текста статьи, получение данных для анализа; Д.А. Лыуров — написание текста статьи, обзор публикаций по теме статьи.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Этический комитет. Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом Института физиологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук (№ 8 от 28.11.2016).

Информированное согласие на публикацию. Авторы получили письменное согласие законных представителей пациентов на участие в исследовании и публикацию данных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шамсиев Ж.А., Шамсиев А.М., Махмудов З.М. К вопросу ранней диагностики острого гематогенного остеомиелита костей тазобедренного сустава у детей // *Детская хирургия*. 2018. Т. 22, № 2. С. 83–88.
2. Сажин А.А., Румянцева Г.Н. Особенности течения метаэпифизарного остеомиелита у детей раннего возраста // *Тверской медицинский журнал*. 2017. № 3. С. 70–72.
3. Лыуров Д.А., Сварич В.Г., Поздняков А.В. Оптимизация методики ранней диагностики острого гематогенного остеомиелита у детей // *Визуализация в медицине*. 2020. Т. 2, № 3. С. 13–21.
4. Маматов А.М., Абдыхаликов Ж.А., Камчыбеков У.А., Боронбаева Э.А. Лечение септических форм острого гематогенного остеомиелита у детей // *Бюллетень науки и практики*. 2018. Т. 4, № 11. С. 97–100. DOI: 10.5281/zenodo.1488116
5. 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*. 2017. № 4. С. 41.
6. Arnold J.C., Bradley J.C. Osteoarticular infections in children // *Infect Dis Clin North Am*. 2015. Vol. 29, No. 3. P. 557–574. DOI: 10.1016/j.idc.2015.05.012
7. Эшонова Т.Д. Острый гематогенный остеомиелит у детей // *Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского*. 2016. Т. 95, № 2. С. 146–152.
8. Кармазановский Г.Г. Оценка диагностической значимости метода (чувствительность, специфичность, общая точность.) // *Анналы хирургической гепатологии*. 1997. Т. 2. С. 139–142.
9. Румянцева Г.Н., Горшков А.Ю., Сергеечев С.П., Михайлова С.И. Методы лучевой диагностики при остром метаэпифизарном остеомиелите // *Детская хирургия*. 2019. Т. 23, № 1S3. С. 56.

ADDITIONAL INFORMATION

Authors' contribution. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study. The contributions of each author: A.V. Pozdnyakov — analysis of the data obtained, development of the study design; V.G. Svarich — writing the text of the article, obtaining data for analysis; D.A. Lyurov — writing the text of the article, review of publications on the topic of the article.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Ethics approval. The present study protocol was approved by the local Ethics Committee of the Institute of Physiology of the Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (No. 8 dated 28.11.2016).

Consent for publication. The authors obtained written consent from the patients' legal representatives to participate in the study and publish the data.

10. Минаев С.В., Филиппева Н.В., Лескин В.В., и др. Применение лучевых методов в диагностике острого гематогенного остеомиелита у детей // *Доктор.Ру*. 2018. № 5. С. 32–36. DOI: 10.31550/1727-2378-2018-149-5-32-36
11. Simpfendorfer C.S. Radiologic approach to musculoskeletal infections // *Infect Dis Clin North Am*. 2017. Vol. 31, No. 2. P. 299–324. DOI: 10.1016/j.idc.2017.01.004
12. James D.C., Gail J.H., Sheldon L.K., et al. Feigin and Cherry's textbook of pediatric infectious diseases. 7th edition. Elsevier, 2014. Vol. 55. P. 711–727.
13. Pugmire B.S., Shailam R., Gee M.S. Role of MRI in the diagnosis and treatment of osteomyelitis in pediatric patients // *World J Radiol*. 2014. Vol. 6, No. 8. P. 530–537. DOI: 10.4329/wjr.v6.i8.530
14. Lee Y.J., Sadigh S., Mankad K., et al. The imaging of osteomyelitis // *Quant Imaging Med Surg*. 2016. Vol. 6, No. 2. P. 184–198. DOI: 10.21037/qims.2016.04.01
15. Dartnell J., Ramachandran M., Katchburian M. Haematogenous acute and subacute paediatric osteomyelitis. A systematic review of the literature // *J Bone Joint Surg*. 2012. Vol. 94-B, No. 5. P. 584–595. DOI: 10.1302/0301-620X.94B5.28523
16. Михайлова С.И., Румянцева Г.Н., Юсуфов А.А., и др. Методы лучевой диагностики острого гематогенного остеомиелита у детей разных возрастных групп // *Современные проблемы науки и образования*. 2020. № 2. С. 148. DOI: 10.17513/spno.29711
17. Стрелков Н.С., Разин М.П. Гематогенный остеомиелит у детей. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2018. 160 с.

REFERENCES

1. Shamsiev ZH, Shamsiev AM, Makhmudov ZM. To the question of early diagnosis of acute hematogenous osteomyelitis of bones of the hip joint in children. *Pediatric surgery*. 2018;22(2):83–88.
2. Sazhin AA, Rummyantseva GN. Features of the course of metaepiphyseal osteomyelitis in young children. *Tver Medical Journal*. 2017;(3):70–72. (In Russ.)
3. Lyurov DA, Svarich VG, Pozdnjakov AV. Optimization techniques for early diagnosis of acute gematogennogo osteomyelitis in children. *Visualization in medicine*. 2020;2(3):13–21.
4. Mamatov AM, Abhadylykov ZA, Kamshibekov UA, Boronbaeva EA. Treatment of septic forms of acute osteomyelitis in children. *Bulletin of Science and Practice*. 2018;4(11):97–100. DOI: 10.5281/zenodo.1488116
5. Rummyantseva GN, Gorshkov AY, Sergeechev SP, Mikhailova SI. Acute metaepiphyseal osteomyelitis in young children, peculiarities of course and diagnosis. *Modern problems of science and education*. 2017;(4):41.
6. Arnold JC, Bradley JC. Osteoarticular infections in children. *Infect Dis Clin North Am*. 2015;29(3):557–574. DOI: 10.1016/j.idc.2015.05.012
7. Eshonova TD. Acute hematogenous osteomyelitis in children. *Pediatrics n.a. after G.N. Speransky*. 2016;95(2):146–152.
8. Karmazanovsky GG. Assessment of diagnostic significance of the method (sensitivity, specificity, overall accuracy). *Annals of HPB Surgery*. 1997;2:139–142.
9. Rummyantseva GN, Gorshkov AY, Sergeechev SP, Mikhailova SI. Methods of radial diagnostics in acute metaepiphyseal osteomyelitis. *Pediatric surgery*. 2019;23(1S3):56. (In Russ.)
10. Minaev SV, Filipieva NV, Leskin VV, et al. Radiological methods in diagnostics of acute haematogenous osteomyelitis in children. *Doc-tor.Ru*. 2018;(5):32–36. DOI: 10.31550/1727-2378-2018-149-5-32-36
11. Simpfendorfer CS. Radiologic approach to musculoskeletal infections. *Infect Dis Clin North Am*. 2017;31(2):299–324. DOI: 10.1016/j.idc.2017.01.004
12. James DC, Gail JH, Sheldon LK, et al. *Feigin and Cherry's textbook of pediatric infectious diseases*. 7th edition. Elsevier, 2014. Vol. 55. P. 711–727.
13. Pugmire BS, Shailam R, Gee MS. Role of MRI in the diagnosis and treatment of osteomyelitis in pediatric patients. *World J Radiol*. 2014;6(8):530–537. DOI: 10.4329/wjr.v6.i8.530
14. Lee YJ, Sadigh S, Mankad K, et al. The imaging of osteomyelitis. *Quant Imaging Med Surg*. 2016;6(2):184–198. DOI: 10.21037/qims.2016.04.01
15. Dartnell J, Ramachandran M, Katchburian M. Haematogenous acute and subacute paediatric osteomyelitis. A systematic review of the literature. *J Bone Joint Surg*. 2012;94-B(5):584–595. DOI: 10.1302/0301-620X.94B5.28523
16. Mikhailova SI, Rummyantseva GN, Yusufov AA, et al. Methods of radiation diagnostics of acute hematogenous osteomyelitis in children of different age groups. *Modern problems of science and education*. 2020;(2):148. DOI: 10.17513/spno.29711
17. Strelkov NS, Razin MF. *Hematogenic osteomyelitis in children*. Moscow: GEOTAR-Media., 2018. 160 p. (In Russ.)

ОБ АВТОРАХ

Александр Владимирович Поздняков, д-р мед. наук, профессор; ORCID: 0000-0002-1110-066X; eLibrary SPIN: 1000-6408; e-mail: pozdnyakovalex@yandex.ru

***Вячеслав Гаврилович Сварич**, д-р мед. наук; адрес: Россия, 167004, Сыктывкар, ул. Пушкина, д. 116/6; ORCID: 0000-0002-0126-3190; eLibrary SPIN: 7684-9637; e-mail: svarich61@mail.ru

Денис Алексеевич Лыуров; ORCID: 0000-0002-8818-0055; eLibrary SPIN: 2687-8324; e-mail: denis_liurov@mail.ru

AUTHORS' INFO

Alexander V. Pozdnyakov, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor; ORCID: 0000-0002-1110-066X; eLibrary SPIN: 1000-6408; e-mail: pozdnyakovalex@yandex.ru

***Vyacheslav G. Svarich**, MD, Dr. Sci. (Med.); address: 116/6 Pushkina st., Syktvykar, 167004, Russia; ORCID: 0000-0002-0126-3190; eLibrary SPIN: 7684-9637; e-mail: svarich61@mail.ru

Denis A. Lyurov; ORCID: 0000-0002-8818-0055; eLibrary SPIN: 2687-8324; e-mail: denis_liurov@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author