

КОМПЛЕКСНАЯ ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА ОСТЕОГЕННОЙ САРКОМЫ У ДЕТЕЙ**Салаватова Мадина Фазыловна***e-mail:* alavatasmad@gmail.com <https://orcid.org/0009-0004-9717-4900>**Юсупалиева Гулнора Акмаловна***e-mail:* gulnorayusupaliyeva7788@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-0768-6936>**Шакирова Лобар Мавлон кизи***e-mail:* lobar.shakirova33@gmail.com <https://orcid.org/0009-0008-7381-4706>Ташкентский государственный медицинский университет,
кафедра медицинская радиология №2.<https://doi.org/10.5281/zenodo.18402055>

Аннотация. Цель исследования - повышение эффективности комплексной дифференциальной лучевой диагностики опухолей костей у детей на основе анализа данных современных методов медицинской визуализации.

Материал и методы: обследованы дети в возрасте 5–19 лет с первичными опухолями костей, проходившие лечение в специализированном онкологическом центре.

Использованы рентгенография, КТ, МРТ, УЗИ, остеосцинтиграфия и ПЭТ/КТ с сопоставлением клинико-лабораторных и морфологических данных. Результаты: выявлены наиболее информативные лучевые признаки злокачественных опухолей костей, определена диагностическая значимость каждого метода визуализации.

Заключение: комплексный лучевой подход повышает точность ранней диагностики остеогенной саркомы у детей и способствует оптимизации лечебной тактики.

Ключевые слова: остеогенная саркома, дети, лучевая диагностика, МРТ, КТ, ПЭТ/КТ, дифференциальная диагностика.

BOLALARDA OSTEOTEN SARKOMANING KOMPLEKS RADIOLOGIK DIAGNOSTIKASI

Annotatsiya. Tadqiqot maqsadi - zamonaviy tibbiy vizualizatsiya usullari ma'lumotlarini tahlil qilish asosida bolalarda suyak o'smalarining kompleks differensial nur diagnostikasi samaradorligini oshirish.

Material va usullar: tadqiqotga ixtisoslashtirilgan onkologiya markazida davolangan, suyaklarning birlamchi o'smalari bilan og'rikan 5–19 yoshdagi bolalar kiritildi.

Rentgenografiya, КТ, МРТ, UZI, osteosintigrafiya va PET/КТ usullari qo'llanildi hamda ularning natijalari klinik-laborator va morfologik ma'lumotlar bilan solishtirildi.

Natijalar: suyaklarning yomon sifatli o'smalarini aniqlashda eng informativ nur belgilari aniqlandi hamda har bir vizualizatsiya usulining diagnostik ahamiyati baholandi.

Xulosa: kompleks nur diagnostikasi bolalarda osteogen sarkomani erta aniqlash aniqligini oshiradi va davolash taktikasini optimallashtirishga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: osteogen sarkoma, bolalar, nur diagnostikasi, МРТ, КТ, PET/КТ, differensial diagnostika.

COMPLEX RADIOLOGICAL DIAGNOSIS OF OSTEOTENIC SARCOMA IN CHILDREN

Abstract. Objective: to improve the effectiveness of comprehensive differential imaging diagnosis of bone tumors in children based on the analysis of data obtained from modern medical imaging modalities.

Material and methods: children aged 5–19 years with primary bone tumors who underwent examination and treatment at a specialized oncology center were included in the study. Radiography, computed tomography (CT), magnetic resonance imaging (MRI), ultrasound, bone scintigraphy, and positron emission tomography/computed tomography (PET/CT) were performed with correlation to clinical, laboratory, and morphological findings.

Results: The most informative imaging features of malignant bone tumors were identified and the diagnostic value of each imaging modality was determined. *Conclusion:* a comprehensive imaging approach increases the accuracy of early diagnosis of osteogenic sarcoma in children and contributes to the optimization of therapeutic management.

Keywords: osteogenic sarcoma, children, imaging diagnosis, MRI, CT, PET/CT, differential diagnosis.

Актуальность. Опухоли костной системы у детей и подростков представляют собой актуальную проблему современной детской онкологии и медицинской радиологии.

В последние десятилетия отмечается рост частоты выявления злокачественных опухолей костей, что связано как с реальным увеличением заболеваемости, так и с внедрением высокотехнологичных методов лучевой диагностики. Среди первичных злокачественных опухолей костей у детей остеогенная саркома занимает одно из ведущих мест и характеризуется высокой агрессивностью, ранним метастазированием и выраженными функциональными нарушениями.

Несмотря на относительную редкость опухолей костной системы в структуре детской онкологической заболеваемости, поражение длинных трубчатых костей имеет существенное клиническое значение. Несвоевременная диагностика приводит к позднему началу специализированного лечения, ухудшению прогноза и снижению показателей выживаемости. В этой связи особую актуальность приобретает совершенствование методов ранней и дифференциальной диагностики остеогенной саркомы.

Лучевая диагностика является ключевым этапом выявления опухолей костей у детей. Однако сходство рентгенологических и томографических признаков доброкачественных, злокачественных и воспалительных процессов нередко затрудняет интерпретацию полученных данных. Использование каждого метода визуализации изолированно не всегда позволяет получить полную характеристику опухолевого процесса, что обосновывает необходимость комплексного диагностического подхода.

Цель исследования. Повышение эффективности комплексной дифференциальной лучевой диагностики остеогенной саркомы и других опухолей костей у детей на основе интеграции данных современных методов медицинской визуализации.

Материал и методы исследования. В исследование включены данные 120 детей в возрасте от 5 до 19 лет с первичными опухолями костей, проходивших обследование и лечение в Научно-практическом медицинском центре детской онкологии, гематологии и иммунологии. Диагноз во всех случаях был подтверждён морфологически.

Комплекс лучевых методов включал стандартную рентгенографию поражённого сегмента, компьютерную томографию для оценки костной деструкции и минерализации опухоли, магнитно-резонансную томографию для анализа внутрикостного и мягкотканного распространения процесса, ультразвуковое исследование для оценки мягкотканного компонента и сосудистых изменений, остеосцинтиграфию и ПЭТ/КТ для выявления многоочагового поражения и отдалённых метастазов.

Проводилось сопоставление лучевых данных с клиническими проявлениями, лабораторными показателями и результатами морфологического исследования.

Статистическая обработка выполнялась с использованием общепринятых методов описательной статистики.

Результаты исследования. Анализ данных комплексного лучевого обследования 120 пациентов показал, что применение различных методов медицинской визуализации позволяет выявить как общие, так и специфические признаки остеогенной саркомы у детей.

Таблица 1. Основные лучевые признаки остеогенной саркомы у детей по данным комплексной визуализации

Лучевой признак	Рентгенография	КТ	MPT	ПЭТ/КТ
Очаг костной деструкции	+++	+++	++	+
Смешанный остеолитико-остеобластический тип	++	+++	+	—
Нарушение кортикального слоя	++	+++	++	—
Периостальная реакция ("козырёк Кодмана", "солнечные лучи")	+++	++	+	—
Поражение костного мозга	—	+	+++	+
Экстраоссальное распространение	+	++	+++	+
Метаболическая активность опухоли	—	—	+	+++
Отдалённые метастазы	—	+	+	+++

Примечание: + - низкая информативность; ++ - умеренная; +++ - высокая.

Рентгенологические признаки

Рентгенография являлась первичным методом диагностики и позволяла выявить очаги деструкции костной ткани у всех пациентов. В большинстве случаев отмечались смешанный остеолитико-остеобластический тип поражения, нечеткие контуры очага, выраженные периостальные реакции по типу «козырька Кодмана» и «солнечных лучей».

Нарушение кортикального слоя выявлено у 82,5% пациентов.

Данные компьютерной томографии

Компьютерная томография обеспечивала более точную визуализацию костных изменений, позволяя достоверно определить степень деструкции кортикального слоя и наличие кальцифицированного опухолевого матрикса. У 68% пациентов выявлены внутроопухолевые кальцификаты, что имело важное значение для дифференциальной диагностики.

Магнитно-резонансная томография

MPT продемонстрировала наибольшую информативность при оценке распространенности опухолевого процесса. У всех пациентов определялось поражение костного мозга с гипointенсивным сигналом на T1-ВИ и гиперинтенсивным - на T2-ВИ.

Экстраоссальное распространение опухоли выявлено у 74% детей. Контрастное усиление позволило дифференцировать жизнеспособную опухолевую ткань от зон некроза.

Ультразвуковое исследование

УЗИ применялось для оценки мягкотканного компонента опухоли и сосудистой инвазии. Признаки повышенной васкуляризации выявлены у 61% пациентов, что коррелировало с высокой степенью злокачественности процесса.

Остеосцинтиграфия и ПЭТ/КТ

Остеосцинтиграфия позволяла выявить множественные очаги костного поражения и метастазы у 18% пациентов. ПЭТ/КТ продемонстрировала высокую чувствительность в оценке метаболической активности опухоли и выявлении отдаленных метастазов, преимущественно в легкие и другие кости.

Сравнительная информативность методов

Таблица 2. Сравнительная диагностическая информативность методов лучевой диагностики при опухолях костей у детей

Метод исследования	Основные диагностические возможности	Ограничения метода
Рентгенография	Первичное выявление опухоли, оценка типа деструкции, периостальные реакции	Низкая чувствительность к ранним и внутрикостным изменениям
Компьютерная томография	Детализация кортикального слоя, кальцификация матрикса	Ограниченная оценка мягких тканей, лучевая нагрузка
Магнитно-резонансная томография	Оценка костного мозга, мягкотканного компонента, локального стадирования	Более высокая стоимость, необходимость седации у детей
Ультразвуковое исследование	Оценка мягких тканей, сосудистой инвазии	Ограниченные возможности при костных изменениях
Остеосцинтиграфия	Выявление многоочагового поражения костей	Низкая специфичность
ПЭТ/КТ	Оценка метаболической активности, выявление метастазов и рецидивов	Высокая стоимость, ограниченная доступность

Комплексный анализ показал, что максимальная диагностическая точность достигается при сочетанном применении рентгенографии, КТ и МРТ, дополненных ПЭТ/КТ на этапах стадирования заболевания.

Обсуждение. Полученные результаты подтверждают, что ни один из методов лучевой диагностики не является достаточным при изолированном применении для полной характеристики остеогенной саркомы у детей. Рентгенография сохраняет значение скринингового метода, однако её возможности ограничены в оценке внутрикостного и мягкотканного распространения опухоли.

КТ играет ключевую роль в анализе костной деструкции и минерализации опухолевого матрикса, что согласуется с данными зарубежных исследований. МРТ является методом выбора для локального стадирования остеогенной саркомы и планирования хирургического лечения. Высокая диагностическая ценность ПЭТ/КТ подтверждена при выявлении метастатического поражения и оценке ответа на терапию.

Таким образом, интеграция данных различных методов визуализации позволяет повысить точность диагностики, сократить сроки верификации диагноза и оптимизировать лечебную тактику, что имеет принципиальное значение в педиатрической онкологии. Полученные результаты подтверждают данные отечественных и зарубежных исследований о высокой диагностической ценности комплексного применения методов лучевой визуализации при остеогенной саркоме у детей.

Использование интегрированного подхода позволяет повысить точность диагностики, снизить частоту диагностических ошибок и обеспечить более обоснованный выбор лечебной тактики.

Заключение. Комплексная лучевая диагностика остеогенной саркомы у детей, основанная на интеграции данных рентгенографии, КТ, МРТ, УЗИ, остеосцинтиграфии и ПЭТ/КТ, позволяет существенно повысить точность ранней и дифференциальной диагностики. Использование разработанного диагностического алгоритма способствует улучшению стадирования заболевания, выбору оптимальной лечебной тактики и улучшению прогноза у пациентов детского возраста.

Список литературы:

1. Mirabello L., Troisi R.J., Savage S.A. Osteosarcoma incidence and survival rates. - Cancer, 2018.
2. Cañete A. et al. Incidence and mortality of bone cancer among children and adolescents. - Eur J Cancer, 2022.
3. Liu P. et al. Global epidemiology of bone tumors. - BMC Cancer, 2025.
4. WHO. Global childhood cancer statistics. - Geneva, 2025.
5. Fletcher C.D.M. WHO Classification of Tumours of Soft Tissue and Bone. - IARC, 2020.
6. Resnick D. Diagnosis of Bone and Joint Disorders. - Elsevier, 2021.
7. Greenspan A. Orthopedic Imaging. - Lippincott Williams & Wilkins, 2019.
8. Raymond A.K. et al. Imaging of pediatric bone tumors. - Radiographics, 2020.
9. Lodwick G.S. Radiologic diagnosis of bone tumors. - Radiology, 2018.
10. Enneking W.F. Staging of musculoskeletal tumors. - Clin Orthop Relat Res, 2019.