

ФГУ «НИИ онкологии  
им. Н. Н. Петрова  
Росмедтехнологий»,  
Санкт-Петербург

## КЛИНИКО-ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА САРКОМ КОСТЕЙ

П.И. Крживицкий

*Основными составляющими диагностики сарком костей являются: тщательный анамнез, детальное клиническое и своевременное рентгенологическое исследование. При этом грамотный анализ клинико-рентгенологических показателей, рассмотренных в динамической взаимосвязи, позволяет уже при первичном обращении больному правильно сориентироваться в диагнозе. Последующее лучевое обследование в онкологических центрах с применением специальных методов исследования (КТ, МРТ, ПЭТ) при обязательной морфологической верификации диагноза обеспечивает достаточно точную диагностику и объективную оценку патологического процесса.*

Саркомы костей представляют собой гистогенетически разнородную группу злокачественных опухолей, которые характеризуются быстрым гематогенным метастазированием и в большинстве случаев неблагоприятным исходом [17, 22, 30]. Частота костных сарком чрезвычайно мала и составляет 0,2 % среди всех злокачественных опухолей. Как показывают эпидемиологические исследования, проведенные в США (SEER, 2009), заболеваемость составляет 0,9 случая на 100 000 населения в год. В нашей стране как самостоятельная нозологическая единица саркомы костей не учитываются: их включают либо в общую группу с опухолями мягких тканей, либо относят к «прочим» онкологическим заболеваниям. Вместе с тем, несмотря на относительную небольшую долю в общей структуре всех злокачественных новообразований, актуальность этой темы связана с тем, что большинство пациентов составляют дети и лица молодого возраста, т.е. социально значимая часть населения. Так, для сарком костей характерен бимодальный тип распределения возрастной кривой с первым наибольшим подъемом заболеваемости в возрасте 10-20 лет и вторым после 50-60 лет [13]. По данным ВОЗ (2002), самым распространенным злокачественным новообразованием скелета является остеосаркома (35%), она опережает по частоте хондросаркому (25%) и саркому Юинга (16%) [26].

Этиология злокачественных опухолей костей, как и опухолей вообще, до сих пор неизвестна. Установлено, что саркомы костей могут развиваться de novo или, что значительно реже, на фоне таких предсуществующих состояний, как болезнь Педжета, фиброзно-хрящевая дисплазия [23, 27].

Отмечена повышенная частота возникновения опухоли у лиц с генетически детерминированной патологией (синдромы Maffucci, Rothmund-Thomson, McCune-Albright, Mazabraud's), наследственной двусторонней ретинобластомой [26]. Также хорошо известна повышенная заболеваемость пациентов высокого роста, что, возможно, свидетельствует об определенной связи с процессами роста кости [7]. Кроме того, около 5% всех костных сарком возникают в результате лучевой терапии таких патологических процессов, как костные кисты и лимфома Ходжкина [17].

Классификации опухолей костей чрезвычайно сложны и разнообразны, при этом основную трудность представляют огромное многообразие, чрезвычайный полиморфизм клеточного состава и непостоянство их гистологического строения. Известно около пятидесяти нозологических форм, объединенных в десять групп с доброкачественными и злокачественными аналогами. Большинство основано на принципе подразделения на группы в соответствии с гистологической картиной и особенностями микроскопического строения. Наиболее современной и подробной признана классификация, рекомендованная ВОЗ в 2002 году. Однако стремление все больше дифференцировать саркомы в соответствии с особенностями клеточного строения приводит к бесполезной для клинициста бесконечной морфологической детализации, поэтому наряду с фундаментальными существует практически важная и более простая для использования в повседневной работе рентгено-морфологическая классификация клиники Мауо, представленная в табл.1 [30]. Разработанная Международным Противораковым Союзом система стадирования злокачественных опухолей TNM при саркомах костей не нашла широкого применения, поскольку не учитывала их особенности роста и метастазирования. Для практических нужд в костной онкологии чаще

выделяют две стадии – локализованную и диссеминированную [5,10]. Однако сегодня все шире используют системы стадирования, предложенные American Joint Committee on Cancer (AJCC) и Musculoskeletal Tumor Society system (MSTS). Первая включает 4 стадии (IA – IVB) и учи-

тывает размер опухоли, ее гистологическую степень злокачественности, а также наличие отдаленных метастазов (табл. 2). Она не применяется при стадировании гематопозитических опухолей костей (табл. 1). Во второй системе выделяют 3 стадии (IA–III), которые зависят от мест-

Таблица 1.

**Классификация опухолей костей клиники Mayo**

Гистологическое происхождение	Доброкачественные	Злокачественные
Костеобразующие	Остеома Остеоид-остеома Остеобластома	Остеосаркома Параостальная остеосаркома
Хрящеобразующие	Остеохондрома Хондрома Хондробластома Хондромиксоидная фиброма	Хондросаркома
Соединительнотканнные	Доброкачественная фиброзная Гистиоцитома (ксантофиброма)	Злокачественная фиброзная гистиоцитома, фибросаркома
Опухоли неизвестного происхождения	Гигантоклеточная опухоль Саркома Юинга Адамантинома	
Сосудистые	Гемангиома	Гемангиоэндотелиома Гемангиоперицитома
Гематопозитические	–	Миелома, лимфома
Нотохордальные	–	Хордома
Жировые	Липома	Липосаркома
Нейрогенные	Нейрилеммома	–

Таблица 2.

**Распределение первичных злокачественных опухолей костей по стадиям (AJCC, 2003 г.)**

Стадия	Первичная опухоль	Лимфатические узлы	Отдаленные метастазы	Степень дифференцировки опухоли
IA	T1	N0	M0	G1, G2
IB	T2	N0	M0	G1,G2
IIA	T1	N0	M0	G3,G4
IIB	T2	N0	M0	G3,G4
III	T3	N0	M0	Любая G
IVA	Любая T	N0	M1a	Любая G
IVB	Любая T	N1	Любая M	Любая G
IVB	Любая T	Любая N	M1b	Любая G

T1 – опухоль менее 8 см в наибольшем измерении; T2 – опухоль более 8 см в наибольшем измерении, T3 – несколько опухолевых очагов в кости; N0 – нет метастазов в регионарных лимфатических узлах, N1 – имеются метастазы в регионарных лимфатических узлах; M0 – нет отдаленных метастазов, M1a – отдаленные метастазы в легких, M1b – отдаленные метастазы в других органах и системах; G1 – высокая степень дифференцировки (низкая степень злокачественности, выявленная при гистологическом исследовании), G2 – средняя степень дифференцировки (низкая степень злокачественности, выявленная при гистологическом исследовании), G3 – низкая степень дифференцировки (высокая степень злокачественности, выявленная при гистологическом исследовании), G4 – недифференцированные опухоли (высокая степень злокачественности, выявленная при гистологическом исследовании).

Таблица 3.

**Распределение первичных злокачественных опухолей костей по стадиям (MSTS) 2002 г.**

Стадия	Местное распространение опухоли	Метастазы	Степень дифференцировки опухоли
IA	T1	M0	G1,G2
IB	T2	M0	G1,G2
IIA	T1	M0	G3,G4
IIB	T2	M0	G3,G4
III	Любая T	M1	Любая G

T1 – опухоль локализуется в одной анатомической области (поражена кость); T2 – опухоль распространяется на две анатомические области (поражены кость и мягкие ткани); M0 – метастазы не определяются; M1 – метастазы определяются; G1 – высокая степень дифференцировки опухолевых клеток (низкая степень злокачественности, выявленная при гистологическом исследовании), G2 – средняя степень дифференцировки (низкая степень злокачественности, выявленная при гистологическом исследовании), G3 – низкая степень дифференцировки (высокая степень злокачественности, выявленная при гистологическом исследовании), G4 – недифференцированные опухоли (высокая степень злокачественности, выявленная при гистологическом исследовании гистологической злокачественности).

ного распространения опухоли – поражена одна или две анатомические области, гистологической степени злокачественности, наличия метастазов (табл.3).

Общеизвестно, что основным залогом успешной терапии является своевременное распознавание патологического процесса. Между тем о диагностических затруднениях можно судить по частым ошибкам, совершаемым при первичном обследовании больных и достигающим 60% [1]. Результатом этого являются неоправданно длительное наблюдение, неадекватное лечение (рис.1), а в одной трети случаев – назначение абсолютно противопоказанной физиотерапии, провоцирующей активизацию заболевания. Общий принцип диагностики сарком костей – это использование клинического, лучевого и морфологического методов исследования [13, 27].

Лабораторные исследования не имеют существенного значения в диагностике большинства опухолей костей, за исключением миеломы (определение протеинов крови). Изредка они могут быть полезны при подозрении на саркому Юинга – анемия и повышение СОЭ или остеосаркому – повышение уровня щелочной фосфатазы в сыворотке крови. Недостаточная специфичность клинико–лучевых проявлений затрудняет не только уточнение природы и характера опухоли, но и решение вопроса об опухолевом или ином, например воспалительном, генезе процесса. По этой причине наиболее перспективной является совместная работа клинициста, лучевого диагноста и морфолога [21,29].

**Клиническая картина.** При всем разнообразии костных сарком их клинические проявления складываются из трех основных признаков: боль, пальпируемая припухлость, нарушение функции пораженной конечности.

Боли в месте развития опухоли, особенно постоянные и ночные, считаются наиболее частым симптомом, поэтому их наличие служит показанием к проведению рентгенографии. Интенсивность их обычно выше, чем при неопухолевых процессах, однако это не является правилом



**Рис.1. А. Фрагмент рентгенограммы больной 14 лет (слева).** Остеосаркома бедренной кости. Множественная мелкоочаговая литическая деструкция дистального метадиафиза бедренной кости с линейной периостальной реакцией. Фиброзный кортикальный дефект по внутренней полуокружности кости.

**Б. Та же больная через 4 месяца, состояние после нерадикального оперативного лечения.** Фрагмент рентгенограммы в боковой проекции (справа). Процедив опухоли. Литическая деструкция метадиафиза бедренной кости с разрушением кортикального слоя и линейной периостальной реакцией. Однородный мягкотканый компонент (стрелки).



Рис. 2. Общие положения обследования больных с костной деструкцией в зависимости от возраста.



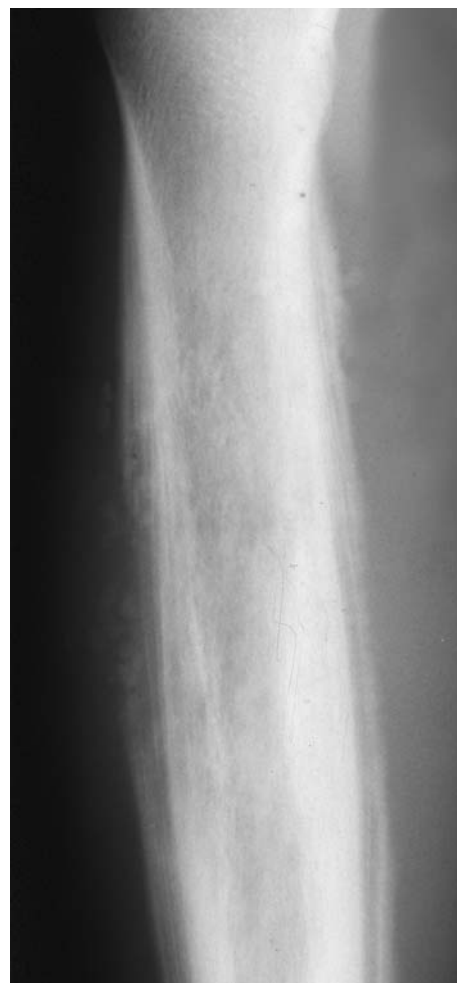
**Рис.3. Фрагмент рентгенограммы больной 20 лет.**  
Остеосаркома проксимального метафиза большеберцовой кости. Участок литической деструкции с нечеткими контурами.

[3, 5]. Следует помнить, что развитие симптомов зависит от нозологической формы опухоли, ее биологических свойств и локализации. Так, остеосаркомы, саркомы Юинга и низкодифференцированные хондросаркомы в основном проявляются резко выраженным болевым синдромом в месте поражения, а период существования жалоб составляет от нескольких недель до полугода, при этом быстрое нарастание симптомов настолько характерно, что при продолжительности анамнеза более 1 года эти диагнозы считаются весьма сомнительными [22,27]. Необходимо помнить, что при саркоме Юинга изредка могут наблюдаться светлые промежутки, имитирующие воспалительный процесс. Локализация боли при поражении костей таза не всегда соответствует топографии и может симулировать проявление неопухолевых заболеваний позвоночника – боли в спине и/или по ходу седалищного нерва [19].

Пальпируемая припухлость чаще имеет плотноэластическую консистенцию и сопровождается изменением цвета кожи за счет усиления сосудистого рисунка. Она не является первым признаком заболевания и в большинстве случаев свидетельствует о далеко зашедшем процессе. Исключение составляют параостальные остеосаркомы или высокодифференцированные хондросаркомы, которые манифестируют медленно растущей безболезненной припухлостью, обнаруживаемой зачастую случайно. Нарушение функции пораженной конечности, как правило, также является проявлением значительного местного распространения злокачественного процесса. При анализе анамнестических данных также следует обращать

внимание на предшествующее заболевание (инфекционные процессы), первые симптомы (боль, припухлость), их динамику под влиянием лечения. Травма, с которой многие больные связывают появление сарком, играет роль фактора, способствующего обнаружению уже существующей опухоли [10,22]. Также необходимо учитывать и возраст больных. Так, у детей и подростков чаще всего встречаются костномозговые опухоли и остеосаркомы, – реже метастазы нейробластомы и опухоли Вильмса. У пациентов старше 20 лет нарастает частота развития гигантоклеточной опухоли и фибросарком. В возрасте старше 40 лет при обнаружении любой деструкции кости следует в первую очередь подозревать метастаз или миелому, а также хондросаркому. Общие положения обследования больных с костной деструкцией в зависимости от возраста представлены на рис. 2.

**Рентгенография.** Неспецифичность первых клинических проявлений требует привлечения средств лучевой диагностики, среди которых основная роль по-прежнему принадлежит рентгенологическому исследованию.



**Рис.4. Фрагмент рентгенограммы больного 12 лет.**  
Саркома Юинга бедренной кости. Многоочаговая деструкция смешанного типа с разрушением кортикального слоя и выраженной, частично ассимилированной, многослойной линейной периостальной реакцией. Опухоль имитирует остеомиелит.

Надежность данных рутинной рентгенографии такова, что в 2-3 случаях она позволяет поставить точный диагноз, а в остальных – распознать злокачественный характер опухоли [12, 25]. При этом необходимы технически высококачественные снимки и их квалифицированная интерпретация. Чрезвычайно важны: адекватная укладка, выбор правильных параметров съемки (для хорошей визуализации структуры кости) и полноценное проявление пленки. Желательно получить изображение всей пораженной кости. Большое диагностическое значение имеет определение места поражения в скелете и отдельной кости, поскольку многие патологические процессы имеют свою «излюбленную» локализацию. Так, остеосаркома чаще возникает в метафизах длинных трубчатых костей, костномозговые саркомы располагаются в метафизах и диафизах с быстрым распространением по длинику кости, гигантоклеточная опухоль поражает эпифизы, а хондросаркома часто локализуется в костях таза [13, 20, 26, 30].

В целом типичная рентгенологическая картина большинства злокачественных опухолей костей может быть представлена одиночными или множественными очагами литической, склеротической или смешанной деструкции с нечеткими контурами, разрушением кортикального слоя и выходом процесса в мягкие ткани, образованием периостального козырька (рис.3) и формированием различной периостальной реакции: спикуловидной, линейной однослойной, «луковичной» (рис.4). Периоститы зачастую отсутствуют в эпифизах и в таких костях, как таранная, пяточная и другие губчатые кости, которые практически не имеют камбиального слоя надкостницы.

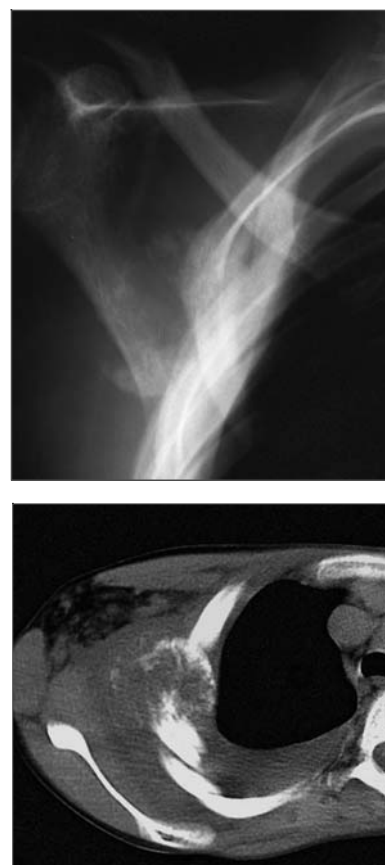
Таким образом, преимущества рентгенографии заключаются в доступности, относительной технической простоте, хорошей визуализации костной ткани, детально изученной рентгеносемиотике опухолевого процесса. Однако общеизвестна и недостаточная чувствительность метода в обнаружении небольших деструктивных очагов [16, 25]. Также в силу физических ограничений метода затруднена точная оценка взаимоотношений опухоли с окружающими мягкими тканями, особенно сосудисто-нервными стволами, а также определение степени инфильтрации костного мозга, что делает необходимым применение дополнительных лучевых методов исследования, таких как компьютерная и магнитно-резонансная томография, сцинтиграфия и ангиография, эхография [11, 24].

**Эхография.** Возможности выявления костных опухолей с помощью эхографии весьма ограничены, поскольку неизменный кортикальный слой отражает значительную часть ультразвуковых волн [4]. Это исследование, как правило, позволяет выявить мягкотканый компонент, установить его структуру (наличие жидкостных участков), взаимоотношение с крупными сосудами и выбрать место для биопсии.

**Компьютерная томография (КТ)** показана при локализации процесса в сложных для рентгенографии анатомических областях (плоские кости, кости черепа,

позвоночник), а также в случаях больших мышечных массивов, окружающих зону поражения (рис.5). Проведение КТ позволяет получить более точную информацию о структуре опухоли, наличии мягкотканного компонента и более четко определить состояние кортикального и губчатого вещества кости. КТ имеет преимущество при выявлении сарком, развивающихся на фоне болезни Педжета и фиброзно-хрящевой дисплазии. Следует отметить, что она уступает магнитно-резонансной томографии в оценке местного распространения опухоли по костномозговому каналу и ее взаимосвязи с магистральными сосудисто-нервными стволами [9, 24].

**Ангиография** базируется на изучении морфологических и функциональных особенностей кровотока в очаге поражения. Доказана прямая связь между количеством сосудов в опухоли и степенью дифференцировки ее клеток. Так, гипervasкуляризированные саркомы имеют более агрессивное течение и худший прогноз. Тем не менее, в целом, данные ангиографии являются недостаточно патогномоничными, поскольку абсолютное большинство злокачественных опухолей костей высоко васкуляризованы [28, 32]. Возможности определения опухолевых тромбов в сосудах и оценка результатов химиотерапии с помощью ангиографии diskutabelны, а ее



**Рис.5. Больная 13 лет, остеосаркома.**

Фрагмент рентгенограммы и компьютерной томограммы, на которой более четко определяется деструкция III ребра с мягкотканым компонентом (сложная анатомическая область). Экссудативный плеврит.



Рис. 6. Больной 20 лет, остеосаркома плечевой кости. Фрагменты МР-томограмм: распространение опухоли на подмышечные сосуды (стрелки).

низкая чувствительность и инвазивность ограничивают широкое применение, тем более что КТ-ангиография менее опасна для пациента и имеет сопоставимую информативность [15].

**Магнитно-резонансная томография (МРТ).** Из числа новых технологий в области лучевой диагностики сарком костей особого внимания заслуживает МРТ. В настоящее время она является неотъемлемой частью исследования скелета. Поскольку метод обладает хорошим естественным тканевым контрастом, высоким пространственным разрешением (1-2 мм) и возможностью проводить исследование в любой плоскости, основным показанием к его применению стало определение местного распространения опухоли [2, 21]. Чувствительность метода при диагностике сарком костей приближается к 100%, однако имеющиеся ложноположительные результаты снижают специфичность до 60–70% [24, 25]. МРТ позволяет выявить инвазию прилежащих сосудисто-нервных пучков, суставных поверхностей, костного мозга, а максимально точное предоперационное определение границ опухоли и вычисление степени ее некроза после проведенной химиотерапии являются необходимыми условиями для отбора пациентов на органосохраняющие оперативные вмешательства и планирования полихимиотерапии (рис.6). При проведении МРТ обязательно используется внутривенное контрастирование позитивными парамагнитными веществами (соединения гадолиния), которые накапливаются в сосудистой и межклеточной среде и позволяют улучшить визуализацию зоны поражения, оценить ее перфузию и вычислить зоны распада [18]. К ограничениям метода относится появление искажений от металлосодержащих конструкций, практически исключающих повторные исследования после протезирования конечностей. Необходимо отметить, что правильное проведение МРТ с последующей интерпретацией полученных данных невозможно без предварительного рентгенологического исследования [13].



Рис. 7. Схема лучевого обследования больных с подозрением на саркому кости.

**Радионуклидная диагностика** (остеосцинтиграфия и позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ). Остеосцинтиграфия с мечеными  $^{99m}\text{Tc}$  фосфатными комплексами не позволяет уверенно разграничить новообразования костей от воспалительных и посттравматических процессов, поскольку в большинстве случаев определяется усиленное накопление радиофармакологического препарата (РФП). Значительную диагностическую ценность этот метод имеет при выявлении костных метастазов [6]. Показанием к  $^{18}\text{F}$ -ФДГ-ПЭТ являются определение отдаленных метастазов, ранняя диагностика рецидивов, а также определение эффективности лечения. Совместное использование ПЭТ и КТ (ПЭТ-КТ) способствует более объективному выявлению метастазов в легких (Kaste S.C. et al., 1999). Перспективным в настоящее время признано применение в качестве РФП меченых аминокислот ( $^{11}\text{C}$ -тимидина,  $^{18}\text{F}$ -тирозина), использование которых позволяет надеяться на повышение диагностической ценности ПЭТ-КТ в будущем [8,14].

Схематично основные принципы лучевого обследования больных с подозрением на саркому представлены на рис.7.

**Заключение.** Основными составляющими диагностики сарком костей являются: тщательный анамнез, детальное клиническое и своевременное рентгенологическое исследование. При этом грамотный анализ клинико-рентгенологических показателей, рассмотренных в динамической взаимосвязи, позволяет уже при первичном обращении больного правильно сориентироваться в диагнозе. Последующее лучевое обследование в онкологических центрах с применением специальных методов исследования (КТ, МРТ, ПЭТ) при обязательной морфологической верификации диагноза обеспечивает достаточно точную диагностику и объективную оценку патологического процесса. Наряду с решением диагностических вопросов методы лучевой диагностики позволяют оценить адекватность лечебных мероприятий и тем самым способствуют улучшению результатов лечения.

## Литература

1. Алиев Д.А., Алиев А.Ю. Ошибки диагностики остеогенной саркомы // Хирургия. – 1987. – №10. – С. 117-119.
2. Брюханов А.В., Васильев А.Ю. Магнитно-резонансная томография в остеологии. – М.: Медицина, 2006. – С. 170-173.
3. Веснин А.Г., Семенов И.И. Атлас лучевой диагностики опухолей опорно-двигательного аппарата. – СПб, 2002. – 182 с.
4. Догра В., Рубенс Д.Д. Секреты ультразвуковой диагностики. – М.: Медпресс-информ, 2006. – С. 15-23.
5. Зедгенидзе Г.А. Клиническая рентгенорадиология: Руководство. – Т. 3: Рентгенодиагностика повреждений и заболеваний костей и суставов. – М.: Медицина, 1984. – 464 с.
6. Лишманов Ю.Б., Чернов В.И. Радионуклидная диагностика для практических врачей. – Томск, 2004. – С. 280-285.
7. Нейштадт Э.Л., Маркочев А.Б. Опухоли и опухолеподобные заболевания костей. – Санкт-Петербург: Фолиант. – 2007. – С. 51-89.
8. Позитронная Эмиссионная Томография: Руководство для врачей / Под ред. А.М. Гранова и Л.А. Тютина. – СПб: Фолиант, 2008. – С. 182-188.
9. Прокоп М., Галански М. Спиральная и многослойная компьютерная томография: Пер. с англ. / Под редакцией Зубарева А.В., Шотемора Ш.Ш. – М.: МЕДпресс-информ, 2007. – С. 570-634.
10. Тратезников Н.Н., Еремина Л.А., Амирасланов А.Т., Синюков П.А. Опухоли костей. – М.: Медицина, 1986. – С. 106-122.
11. Труфанов Г.Е., Фокина В.А. Магнитно-резонансная томография. Руководство для врачей. – СПб.: Фолиант, 2007. – С. 661-681.
12. Шерман Л.А., Буачидзе О.Ш. Комплексная лучевая диагностика первичных опухолей костей // Экспериментальная онкология. – 2000. – Т. 22. – С. 231-234.
13. Berquist T.H. MRI of the Musculoskeletal System // 5 ed. – Lippincott Williams and Wilkins. – 2006. – P. 875-902.
14. Bobuslavizki K., Klutmann S., Bruns J. et al. Value of  $^{18}\text{F}$ -FDG-PET in clinical management of patients with osteosarcoma // Radiol. and Oncol. – 2000. – Vol. 34. – № 1. – P. 11-19.
15. Carrasco C.H., Charnsangavej C., Raymond A.K. et al. Osteosarcoma: angiographic assessment of response to preoperative chemotherapy // Radiology. – 1989. – Vol. 170. – P. 839-842.
16. Daffner R.H., Lupetin A.R., Dash N. et al. MRI in the detection of malignant infiltration of bone marrow // Am. J. Roentgenol. – 1986. – Vol. 146. – P. 353.
17. Fechner R.E., Mills S.E. Tumors of The Bones and Joints // Bethesda, Maryland. – 1993. – P. 170-177.
18. Jonathan P., Dyke Ph.D., David M. et al. Osteogenic and Ewing Sarcomas: Estimation of necrotic fraction during induction chemotherapy with dynamic contrast-enhanced MR-Imaging // Radiology. – 2003. – Vol.1. – P. 271-278.
19. Kleiner J.B., Donaldson W.F., Curd J.G., Thorn R.P. Extraplural causes of lumbosacral radiculopathy // J. Bone Joint Surg. Am. – 1991. – Vol. 73. – P. 817-827.
20. Levine S.M., Lambiase R.E., Petchprapa C.N. Cortical Lesions of the Tibia: Characteristic Appearances at Conventional Radiography // Radiographics. – 2003. – Vol.23. – P. 157-177.
21. Meyers S.P. MRI of Bone and Soft Tissue Tumors and Tumorlike Lesions Thieme Stuttgart – New York, 2008. – P.1-16.

22. *Mirra J.M.* Bone tumors: clinical, radiologic, and pathologic correlations // Philadelphia: Lea and Febiger. – 1989. – P. 316-341.
23. *Murphy W.A.* Imaging bone tumors in the 1990s // *Cancer*. – 1991. – Vol. 67. – №4. – P. 1169-1176.
24. *Panicek D.M., Gatsonis C., Rosenthal D.I. et al.* CT and MR imaging in the local staging of primary malignant musculoskeletal neoplasms: report of the Radiology Diagnostic Oncology Group // *Radiology*. – 1997. – Vol.202. – P. 237-246.
25. *Petterson H., Gillespy T., Hamlin D. et al.* Primary musculoskeletal tumors: examination with MR imaging compared with conventional modalities // *Radiology*. – 1987. – Vol. 164. – P. 237-241.
26. *Raymond A.K., Ayala A.G., Knuutila S.* // Kleihues P., Sobin L., Fletcher C. et al., eds. WHO Classification of Tumours: Pathology and Genetics of Tumours of Soft Tissue and Bone. – Lyon, France: IARC Press. – 2002. – P. 264-270.
27. *Schajowicz F.* Tumors and tumorlike lesions of bone and joints. – Springer-Verlag, New-York, Heidelberg, Berlin, 1981. – P.424-439.
28. *Strickland B.* The value of arteriography in the diagnosis of bone tumors // *Brit. J. Radiology*. – 1959. – Vol. 32. – P. 705-713.
29. *Sundaram M., McLeod R.A.* MR imaging of tumor and tumorlike lesions of bone and soft tissue // *AJR*. – 1990. – Vol. 155. – P. 817-824.
30. *Unni K.K.* Dahlin's Bone Tumors: General Aspects and Data on 11,087 Cases // 5nd ed. Lippincott – Raven. Philadelphia. – 1996. - P. 143-196.
31. *Vablensiek M., Genant H.K., Reiser M.* MRI of the Musculoskeletal System // New York, Thieme Stuttgart. – 2000. – P. 309-348.
32. *Yagbmai I., Shamsa A., Sbariat S., Afsbary R.* Value of arteriography in the diagnosis of bening and malignant bone lesions // *Cancer*. – 1971. – Vol. 27. – P. 1134-1147.