

Информативность трепано- и core-биопсий новообразований костей и мягких тканей

Е.А. Сапрыкина¹, В.В. Тепляков², А.А. Шапошников², А.В. Лазукин², А.П. Ухваркин², С.В. Добросотский²

¹ГБУЗ г. Москвы «Московская городская онкологическая больница № 62 Департамента здравоохранения г. Москвы»; Россия, 143423 Московская область, Красногорский р-н, п/о Степановское, пос. Истра, 27;

²ФГБУ «Российский научный центр рентгенодиагностики» Минздрава России; Россия, 117485 Москва, ул. Профсоюзная, 86

Контакты: Екатерина Александровна Сапрыкина ekaterinasapr@yandex.ru

Введение. Верификация патоморфологического диагноза является ключевым этапом определения тактики лечения пациентов с новообразованиями. Особенно актуально понимание природы патологического процесса при первичных опухолях костей и мягких тканей и метастатическом поражении, ведь, несмотря на активное развитие методов диагностики, они не позволяют получить исчерпывающую информацию о гистологической принадлежности тканей, степени дифференцировки клеточного пула, а также молекулярно-генетических особенностях опухоли. Именно эти данные неразрывно связаны с выбором оптимальной тактики лечения на каждом его этапе и дальнейшим прогнозом заболевания. Оптимальными методами получения гистологического материала при опухолевом поражении костей и мягких тканей являются трепанобиопсия под лучевым наведением (рентгеноскопия, компьютерная и магнитно-резонансная томографии) или core-биопсия под ультразвуковым наведением.

Цель исследования – определить информативность трепано- и core-биопсий новообразований костей и мягких тканей различной локализации, выявить ошибки при выполнении манипуляций, влияющие на результаты морфологической диагностики.

Материалы и методы. С 2015 по 2023 г. в Российском научном центре рентгенодиагностики 788 пациентам 18–85 лет (380 мужчин, 408 женщин) выполнены 602 трепанобиопсии и 248 core-биопсий ($n = 850$) новообразований мягких тканей и костей различных локализаций. Неинформативность результатов морфологического исследования потребовала проведения повторных трепанобиопсий 19 пациентам, core-биопсий – 2, открытых биопсий – 13.

Результаты. Информативность трепанобиопсии костей в целом составила 90,5 % (длинных костей – 96,8 %, плоских костей – 91,6 %, костей позвоночника – 82,1 %), core-биопсии мягких тканей – 98,8 %. Для проведения иммуногистохимического исследования достаточное количество материала получено в ходе 89 % биопсий. Вмешательства по поводу новообразований костей выполнялись с применением КТ-навигации (КТ – компьютерная томография), при проведении core-биопсий новообразований мягких тканей использовалось ультразвуковое исследование. Причинами неинформативности выполненных трепанобиопсий стали недостаточное количество материала (48 (7,97 %) случаев), забор трепанобиоптата из зоны некроза опухоли (4 (0,67 %) случая), неправильный выбор доступа (4 (0,67 %) случая) и типа иглы (1 (0,17 %) случай).

Заключение. Результаты анализа данных трепано- и core-биопсий новообразований костей и мягких тканей продемонстрировали высокий уровень информативности, что также подтверждается данными литературы. Это позволяет считать данные способы получения гистологического материала «золотым стандартом» диагностики опухолей костей и мягких тканей.

Ключевые слова: онкологическая ортопедия, трепанобиопсия, core-биопсия, опухоли костей, опухоли мягких тканей, навигация с использованием компьютерной томографии, ультразвуковая навигация

Для цитирования: Сапрыкина Е.А., Тепляков В.В., Шапошников А.А. и др. Информативность трепано- и core-биопсий новообразований костей и мягких тканей. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи 2024;16(2):49–60.

DOI: <https://doi.org/10.17650/2219-4614-2024-16-2-49-60>

DIAGNOSTIC EFFICACY OF TREPHINE BIOPSY AND CORE BIOPSY OF BONE AND SOFT TISSUE TUMORS

E.A. Saprykina¹, V.V. Teplyakov², A.A. Shaposhnikov², A.V. Lazukin², A.P. Ukhvarkin², S.V. Dobrosotsky²

¹Moscow Cancer Hospital No. 62, Moscow Healthcare Department; 27 Istra Village, Stepanovskoe, Krasnogorskiy Dst., Moscow Region 143423, Russia;

²Russian Scientific Center of Roentgenoradiology, Ministry of Health of Russia; 86 Profsoyuznaya St., Moscow 117485, Russia

Contacts: Ekaterina Alexandrovna Saprykina ekaterinasapr@yandex.ru

Introduction. Verification of pathomorphological diagnosis is a key stage in selection of treatment tactics in patients with neoplasms. Understanding of the nature of pathological process is especially important in context of primary tumors of the bones, soft tissues and metastases as despite active development of diagnostic techniques, they do not allow to obtain full information on histological nature of the tissues, differentiation grade, as well as molecular and genetic characteristics of the tumor. These data are associated with selection of optimal treatment tactics at every stage and disease prognosis. The optimal approach to obtaining histological materials in tumor of the bones and soft tissues are radiologically guided (X-ray, computed tomography and magnetic resonance imaging) trephine biopsy or ultrasound-guided core biopsy.

Aim. To determine information value of trephine and core biopsies of neoplasms of the bones and soft tissues of various locations, identify mistakes during manipulation affecting results of morphological diagnosis.

Materials and methods. Between 2015 and 2023 at the Russian Scientific Center of Roentgenoradiology, 788 patients aged 18–85 years (380 men, 408 women) underwent 602 trephine biopsies and 248 core biopsies ($n = 850$) of neoplasms of the soft tissues and bones of various locations. Absence of informational value of morphological study required repeat trephine biopsies in 19 patients, core biopsies in 2 patients, open biopsies in 13 patients.

Results. Informational value of trephine biopsy of the bones was 90.5 % (long bones – 96.8 %, flat bones – 91.6 %, spine bones – 82.1 %), core biopsy of the soft tissues 98.8 %. Sufficient amount of material for immunohistochemical testing was obtained in 89 % biopsies. Interventions in cases of bone neoplasms were performed using CT (computed tomography) navigation; for core biopsies of the soft tissues, ultrasound was used. Absence of informational value in trephine biopsies was caused by insufficient amount of material (48 (7.97 %) cases), retrieval of trephine biopsy from the area of tumor necrosis (4 (0.67 %) cases), incorrect selection of access (4 (0.67 %) cases) and needle type (1 (0.17 %) case).

Conclusion. Results of analysis of trephine and core biopsy data of bone and soft tissue neoplasms showed high information value, which is supported by literature data. This allows to consider these methods of histological material retrieval the “golden standard” of bone and soft tissue tumor diagnosis.

Keywords: oncological orthopedics, trephine biopsy, core biopsy, bone tumors, soft tissue tumors, computer tomography navigation, ultrasound navigation

For citation: Saprykina E.A., Teplyakov V.V., Shaposhnikov A.A. et al. Diagnostic efficacy of trephine biopsy and core biopsy of bone and soft tissue tumors. *Sarkomy kostei, miagkikh tkanei i opukholi kozhi* = Bone and Soft Tissue Sarcomas, Tumors of the Skin 2024;16(2):49–60. (In Russ.).

DOI: <https://doi.org/10.17650/2219-4614-2024-16-2-49-60>

Введение

Верификация патоморфологического диагноза является ключевым этапом определения тактики лечения пациентов с новообразованиями. Особенно актуально понимание природы патологического процесса при первичных опухолях костей и мягких тканей и метастатическом поражении, поскольку, несмотря на активное развитие методов диагностики, они не позволяют получить исчерпывающую информацию о гистологической принадлежности тканей, степени дифференцировки клеточного пула, а также молекулярно-генетических особенностях опухоли. Эти данные позволяют выбрать оптимальную тактику лечения на каждом его этапе и определить прогноз заболевания. Оптимальными методами получения гистологического материала при опухолевом поражении костей и мягких тканей являются трепанобиопсия под лучевым наведением (рентгеноскопия, компьютерная (КТ) и магнитно-резонансная (МРТ) томография) или core-биопсия под ультразвуковым наведением.

Первый набор для проведения трепанобиопсии назывался *Bagret*, был изобретен 10 мая 1901 г. и запатентован в Великобритании. Однако достоверных данных о его инструментах найти не предоставляется возможным. R. Siffert и A.M. Arkin в 1949 г. впервые

использовали созданные ими инструменты для биопсии тел поясничных позвонков, но полученные результаты подробно описаны не были. В 1954 г. W. Ackermann разработал новый набор для проведения трепанобиопсии, простой по конструкции и удобный в применении, который длительное время использовался в *Delafield Hospital* в Нью-Йорке. Автор провел 635 трепанобиопсий, 526 (82,83 %) из которых оказались информативными [1].

В 1969 г. S.A. Duursma и соавт. описали надежный и эффективный метод трепанобиопсии кости. Они провели 50 биопсий, включающих 2 биопсии у детей 10 и 13 лет. В статье этих авторов представлены инструменты, которые применялись на практике в 1969 г. на кафедре внутренних болезней и патологии полости рта Государственного университета Утрехта (Нидерланды). Набор для трепанобиопсии включал: 1) трепан, имеющий наружную длину 27 мм и дистальный диаметр 7 мм, со слегка выступающими зубцами, предотвращающими попадание костных осколков в образец. Дистальная часть сверла была несколько толще и имела канавки для облегчения удаления осколков; 2) пилу, представляющую собой цилиндр того же диаметра, что и трепан, на дистальном конце которой удалены 5/6 части стенки. В этой области ось проходит через стенку цилиндра. Дистально

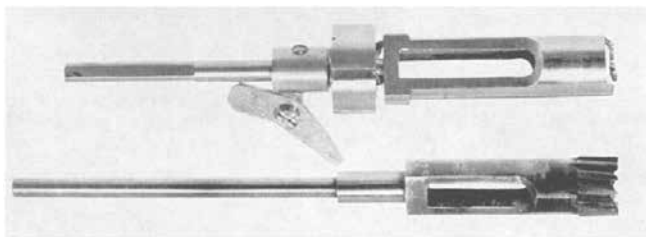


Рис. 1. Набор для трепанобиопсии кости S.A. Duursma и соавт., 1969 г.

Fig. 1. Bone trephine biopsy kit by S.A. Duursma et al., 1969

она изогнута под углом 90° и образует лезвие, зазубренное с внутренней стороны (рис. 1, 2). Для проведения биопсии использовали местную анестезию с доступом к кости путем разреза кожи и мягких тканей, что требовало проведения перевязок, а также консервативной терапии в послеоперационном периоде [2].

В настоящее время для адекватного получения материала из исследуемой зоны в основном используют малоинвазивный метод биопсии, подразумевающий применение трепано-игл и имеющих некоторые преимущества по сравнению с открытыми биопсиями: меньшее число хирургических осложнений, отсутствие необходимости в системном или общем анестезиологическом пособии, уменьшение количества перевязок, отсутствие периода реабилитации, в том числе уменьшение/отсутствие временной нетрудоспособности, возможность выполнения биопсии в амбулаторном режиме или в течение короткого пребывания пациента в стационаре (1 койко-день).

При проведении биопсии для получения гистологического материала в оптимальном объеме необходимо придерживаться определенных правил. Во-первых, важно тщательно планировать траекторию иглы и выполнять биопсию в зоне предполагаемого операционного доступа [3]. Осуществлять забор материала предпочтительно из периферической области очага, а не из центра, особенно при больших размерах новообразования, поскольку есть риск получения неинформативного материала (из зоны некроза опухоли). Для предотвращения осложнений необходимо учитывать расположение анатомических структур (сосудисто-нервных пучков, суставов, плевральной и брюшной полостей и т. д.). В зависимости от локализации новообразования выбираются тип, диаметр и длина иглы.

Высокая диагностическая ценность малоинвазивных методов забора гистологического материала подтверждается данными разных исследований. Так, сотрудники онкологической клиники Медицинского института Березина Сергея (Санкт-Петербург) в 2018 г. провели исследование и выявили, что результаты трепанобиопсии были информативными в 92 % случаев (257 трепанобиопсий костей); это позволило устано-

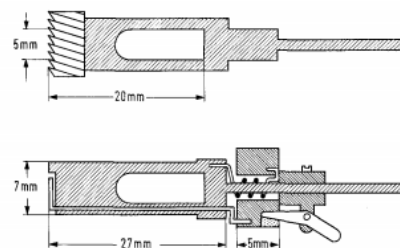


Рис. 2. Схематичное изображение набора для трепанобиопсии кости S.A. Duursma и соавт., 1969 г.

Fig. 2. Diagram of the bone trephine biopsy kit by S.A. Duursma et al., 1969

вить верный диагноз. В 23 (8 %) случаях результаты оказались неинформативными, что потребовало повторного выполнения процедуры. Осложнения развились у 7 (2,5 %) больных [4].

Клиницисты Санкт-Петербургского научно-исследовательского института фтизиопульмонологии отметили, что выполнение трепанобиопсии позвонков позволило получить достоверные результаты у 75 % больных; осложнения возникли у 5,7 % пациентов [5]. Для дифференциальной диагностики деструктивных поражений позвоночника в Республиканском специализированном научно-практическом медицинском центре фтизиатрии и пульмонологии (г. Ташкент) в 2022 г. 55 больным выполнены биопсии позвонков разных отделов под лучевым контролем на операционной рентгенологической установке С-дуга, что позволило в 75 % случаев установить верный диагноз, исключив при этом туберкулезный процесс у 21 пациента. Осложнения наблюдались у 3 (5,5 %) больных: у 2 после экстрапедикулярного доступа развилась транзиторная радикулопатия, у 1 возник пневмоторакс из-за раннего удаления мандрена [6].

I.C. Fyfe и соавт. в 1983 г. провели клинический обзор исследований, проведенных в Ортопедической больнице Харло Вуд (Harlow Wood Orthopaedic Hospital and Derbyshire) (Великобритания). Авторы описали 100 биопсий позвонков различных локализаций с использованием игл разного диаметра. Биопсии с применением игл большого диаметра ($n = 52$) продемонстрировали более точные результаты: в 47 (90,4 %) случаев установлен диагноз. Биопсии с использованием игл меньшего диаметра ($n = 48$) оказались информативными в 50 % случаев. Для диагностики миеломы, туберкулеза и остеомиелита лучше применять иглы небольшого диаметра, тогда как для диагностики метастазов — иглы большого диаметра. Осложнения возникли у 26 (26%) пациентов [7].

А.К. Валиев и соавт. провели анализ трепанобиопсий позвоночника у 914 больных, получавших с 1999 по 2009 г. лечение в Российском онкологическом научном центре им. Н.Н. Блохина. Информативные результаты были получены у 93 % больных. Осложнения авторы не описали [8].

Е. Rimondi и соавт. проанализировали 430 биопсий. В ходе 401 исследования поставлен правильный диагноз; показатель информативности составил 93,3 %. Осложнения наблюдались у 9 (2,1 %) пациентов [9]. По данным J.A. Welker и соавт., информативность биопсий, проведенных в 2000 г. на базе Вашингтонского института рака (Washington Cancer Institute) (США), составила 88,2 %. Осложнения возникли у 1,1 % пациентов [10].

Сотрудники Медицинского радиологического научного центра им. А.Ф. Цыба — филиала Национального медицинского исследовательского центра радиологии в ходе проведенного в 2014 г. исследования выявили высокий уровень достоверности трепанобиопсий, выполненных под контролем МРТ, который составил 100 %. Однако выборка была немногочисленная ($n = 10$). Осложнений в данной группе пациентов не наблюдалось [11].

Некоторые трудности могут возникнуть при диагностике таких доброкачественных новообразований, как остеонид-остеома. Для этого вида опухоли характерны определенные клиническая и рентгенологическая картины, что важно учитывать при анализе гистологического материала. Обычно на рентгенограмме определяется субкортикальный очаг просветления овальной формы, окруженный зоной склероза, в центре которого располагается плотное бесструктурное ядро — нидус, или «гнездо». Размер самого очага — 0,5–1 см, нидуса — 1–2 или 4–6 мм [12].

Для получения точного результата при заборе материала J.-D. Laredo и соавт. применяли разные варианты игл. Первый вариант — комплект Vonopty (канюля 14G, трепанационная игла 16G) — использовали для верификации диагноза у 65 пациентов, второй вариант — комплект Laurane (канюля 11G, трепанационная игла 12,5G) — у 43. Информативность биопсий, выполненных с применением обоих вариантов игл, составила 70,9 %. Использование комплекта Laurane показало более высокие результаты, однако конкретные примеры в статье не приводятся. По мнению авторов, это не связано с размером очага, а зависит от калибра и конструкции иглы [13].

J. Cooke-Barber и соавт. в Детской больнице Немур (Children's Hospital-Delaware (Делавер, США)) и Мемориальной больнице Блекли (Bleckley Memorial Hospital) (США) в 2007–2017 гг. выполнили 169 биопсий; 151 (89,4 %) исследование выполнялось с помощью трепанационной иглы, 18 (10,6 %) — путем аспирации тонкой иглой. При проведении биопсии использовались различные методы визуализации: КТ, рентгеноскопия, ультразвуковая навигация; у некоторых пациентов применяли более одного метода навигации. Пригодные для гистологического исследования образцы удалось получить в 165 (97,9 %) случаях, что позволило установить правильный диагноз. Это были доброкачественные (остеонид-остеома) и злокачественные (остео-

саркома и саркома Юинга) новообразования. Осложнение возникло только у 1 (0,6 %) пациента [14].

Сотрудники Онкологического центра Питера МакКаллума (Peter MacCallum Cancer Centre) (Мельбурн, Австралия) с 2008 по 2019 г. проанализировали 117 пациентов, которым были выполнены чрескожная биопсия и хирургическое лечение сарком забрюшинного пространства. Исследование проводилось с целью определения корреляции между результатами гистологического исследования с использованием чрескожной биопсии и морфологического исследования, полученными после проведения хирургического лечения. Совпадение данных наблюдалось в 71 (61 %) случае. Информативность биопсии варьировала в зависимости от подтипа саркомы. Наиболее чувствительными оказались высокодифференцированные липосаркомы, лейомиосаркомы, наименее чувствительной — недифференцированная липосаркома [15].

J.J. Kiefer и соавт. из Hospitals of the University of Pennsylvania-Penn Presbyterian (Филадельфия, США) в 2022 г. также проанализировали результаты, полученные при core-биопсии саркомы мягких тканей, и сравнили их с результатами открытой биопсии. Правильный диагноз был установлен в 96 % открытых и 97,6 % core-биопсий. При этом открытая биопсия привела к развитию осложнений у 3 (3,2 %) пациентов: у 2 возникло инфицирование, у 1 — гематома, тогда как после core-биопсии только у 1 (1 %) больного наблюдалось инфекционное осложнение [16].

Таким образом, с учетом данных проанализированных исследований информативность чрескожной трепанобиопсии и core-биопсии составляет от 75 до 100 %, что указывает на высокую диагностическую ценность этих методов, сопряженную с меньшими рисками развития осложнений (от 0,6 до 5,7 %) при условии выполнения необходимых требований к проведению манипуляций.

Материалы и методы

С 2015 по 2023 г. в Российском научном центре рентгенодиагностики 788 пациентам (380 мужчинам и 408 женщинам) выполнены 850 core- и трепанобиопсий новообразований мягких тканей и костей различных локализаций с последующим гистологическим исследованием полученного материала. Возрастной диапазон больных составил 18–85 лет.

Пациенты разделены на 2 группы в соответствии с выполненным вмешательством. Всего проведены 602 трепанобиопсии новообразований костей: в 83 случаях они локализовались в костях пояса верхней конечности, в 184 — в нижних конечностях, в 137 — в костях таза, в 151 — в позвонках, в 44 — в грудной стенке и других областях. Выполнены 248 core-биопсий новообразований мягких тканей. Помимо этого, 13 больным проводились биопсии ($n = 26$) из новообразований 2 ло-

кализаций; 36 пациентам в отдаленном периоде после лечения выполнены биопсии для исключения/подтверждения рецидива/прогрессирования заболевания. Неинформативность результатов морфологического исследования потребовала проведения 19 повторных трепано- и 2 core-биопсий. Открытую биопсию пришлось выполнить 13 больным с дважды неинформативными трепанобиопсиями. Пациенты ($n = 23$), которым была рекомендована повторная биопсия, по тем или иным причинам отказались от ее проведения.

Ниже представлена используемая в нашей клинике методика трепанобиопсии под КТ-наведением. Перед проведением процедуры хирург подробно рассказывает пациенту о предстоящей манипуляции и возможных осложнениях (инфицировании, поражении магистральных сосудов, нервов, аллергических реакциях на инфильтрационную анестезию и т. д.). Затем оформляется информированное согласие больного на медицинское вмешательство. Биопсия проводится в стерильных условиях КТ-кабинета. Область операции троекратно обрабатывается раствором антисептика и накрывается стерильной простыней. Далее под КТ-навигацией выполняется разметка и планируется доступ. Проводятся инфильтрационная анестезия, поэтапное обезболивание кожи, мягких тканей и надкостницы. В намеченную точку вводится биопсийная игла, которая под КТ-контролем поэтапно продвигается в определенную хирургом область поражения. При необходимости используется специальный молоточек. При достижении зоны интереса мандрен удаляется, и с помощью шприца объемом 20 мл³ проводится многократный (3 раза и более) забор материала. После извлечения иглы материал выталкивается в пробирку с формалином с использованием мандрена. При необходимости возможно проведение повторной биопсии через тот же доступ, но из другого участка кости. Область биопсийного доступа укрывается асептической наклейкой. Пробирка с материалом отправляется в патогистологическое отделение для дальнейшей верификации, к направлению прикладывается рентгенограмма или компьютерная томограмма.

В зависимости от локализации опухоли и вида кости мы используем трепанационные иглы различных диаметра и длины. Например, для плоских костей (ребра, грудина, кости черепа) предпочтительны иглы диаметром 13G и длиной 60 мм, для трубчатых костей и костей таза — 8, 9 или 11G и 100–150 мм, для костей позвоночника — 11 или 13G и 50–150 мм соответственно (рис. 3).

При проведении core-биопсии новообразования мягких тканей мы используем иглы диаметром G14 с экзогенным наконечником для определения ее местоположения с помощью ультразвукового датчика (рис. 4).

После процедуры пациент остается под наблюдением медицинского персонала в течение часа и при отсутствии осложнений может приступать к повседневной деятельности. При необходимости с целью



Рис. 3. Пример набора для трепанобиопсии (11G, 100 мм) с системой облегченного отделения образца, функционирующей с помощью дополнительного мандрена в форме лопатки

Fig. 3. An example of a trephine biopsy kit (11G, 100 mm) with a system for facilitated sample retrieval through an additional spade-shaped stylet



Рис. 4. Пример core-биопсийной иглы (G14) с экзогенным наконечником

Fig. 4. An example of core biopsy needle (G14) with echogenic tip

профилактики развития инфекционных осложнений назначается пероральный антибиотик широкого спектра действия.

Результаты

По результатам гистологического исследования материал, полученный в ходе трепанобиопсии, был информативен в 545 из 602 случаев, т. е. в 90,5 % случаев удалось установить правильный диагноз. Информативность core-биопсии составила 98,8 % ($n = 245$).

При гистологическом исследовании материала выявлены 447 доброкачественных поражений костей и мягких тканей, таких как энхондромы, гемангиомы, костные кисты, липомы, остеопороз, остеоид-остеомы, шванномы, фибромы и др. В числе обнаруженных злокачественных новообразований ($n = 306$) различные варианты сарком костей и мягких тканей, метастатическое поражение, а также злокачественные заболевания кроветворной системы. Также были выявлены пограничные опухоли с неопределенным потенциалом злокачественности ($n = 37$): гигантоклеточные опухоли, десмоидный фиброматоз.

Пациенты, которым выполнена трепанобиопсия, разделены на группы в зависимости от локализации

Информативность биопсий в зависимости от локализации опухолевого очага в костях, абс. (%)

Informational value of biopsies depending on the location of tumor lesion in the bones, abs. (%)

Локализация Location	Число информативных вмешательств Number of informative interventions	Число неинформативных вмешательств Number of non- informative interventions	Причина неинформативности Cause of non-informativity
Позвоночник (n = 151): Spine (n = 151): грудной отдел (n = 64) thoracic (n = 64) поясничный отдел (n = 52) lumbar (n = 52) крестцовый отдел (n = 33) sacral (n = 33) копчиковый отдел (n = 1) coccygeal (n = 1) шейный отдел (n = 1) cervical (n = 1)	50 (78) 48 (92,3) 27 (81,8) 0 0	14 (22) 5 (7,7) 6 (18,2) 1 (100) 1 (100)	Недостаточное количество материала (n = 26), забор трепанобиоптата из зоны некроза опухоли (n = 1) Insufficient amount of material (n = 26), trephine biopsy from tumor necrosis area (n = 1)
Грудная стенка (n = 44): Chest wall (n = 44): грудина (n = 19) breastbone (n = 19) ребра (n = 25) ribs (n = 25)	19 (100) 24 (96)	0 1 (4)	Неправильный выбор доступа (n = 1) Incorrect selection of access (n = 1)
Таз (n = 137): Pelvis (n = 137): подвздошная кость (n = 105) ilium (n = 105) лонная кость (n = 21) pubis (n = 21) седалищная кость (n = 11) ischium (n = 11)	95 (90,5) 20 (95,2) 8 (72,7)	10 (9,5) 1 (4,8) 3 (27,3)	Недостаточное количество материала (n = 13), неправильный выбор доступа (n = 1) Insufficient amount of material (n = 13), incorrect selection of access (n = 1)
Пояс верхней конечности (n = 85): Upper limb bones (n = 85): лопатка (n = 19) scapula (n = 19) ключица (n = 5) clavicle (n = 5) плечевая кость (n = 40) humerus (n = 40) кости предплечья (n = 12) forearm bones (n = 12) кисть (n = 9) hand (n = 9)	17 (89,5) 4 (75) 40 (100) 12 (100) 6 (66,7)	2 (10,5) 1 (25) 0 0 3 (33,3)	Неправильный выбор типа иглы (n = 1) и доступа (n = 1), недостаточное количество материала (n = 4) Incorrect selection of needle (n = 1) and access (n = 1), insufficient amount of material (n = 4)
Нижняя конечность (n = 184): Lower limb (n = 184): бедренная кость (n = 109) femur (n = 109) кости голени (n = 59) lower leg bones (n = 59) надколенник (n = 1) kneecap (n = 1) стопа (n = 15) foot (n = 15)	102 (93,6) 59 (100) 1 (100) 13 (86,7)	7 (6,4) 0 0 2 (13,3)	Забор трепанобиоптата из зоны некроза опухоли (n = 1), недостаточное количество материала (n = 7), неправильный выбор доступа (n = 1) Trephine biopsy from tumor necrosis area (n = 1), insufficient amount of material (n = 7), incorrect selection of access (n = 1)
Кости черепа (n = 1): Cranial bones (n = 1): затылочная кость (n = 1) occipital bone (n = 1)	1 (100)	0	—

опухолевого очага в костях (см. таблицу). В 1-ю группу вошли больные, которым проведена биопсия костей шейного ($n = 1$), грудного ($n = 64$), поясничного ($n = 52$), крестового ($n = 33$) и копчикового ($n = 1$) отделов позвоночника. Из 151 информативными оказались 124 (82,1 %) биопсии, неинформативными — 27 (17,9 %). Во 2-ю группу вошли пациенты с локализацией опухолей в костях нижних конечностей и пояса верхних конечностей. В сумме им проведено 269 биопсий. Информативными оказались 252 (93,7 %) исследования, неинформативными — 15 (6,3 %). Пациентам с локализацией опухоли в костях таза проведены 137 биопсий, 123 (89,8 %) из них были информативны, 14 (10,2 %) — неинформативны. Также выполнены 44 трепанобиопсии новообразований костей грудной стенки: 41 (97,7 %) из них оказалась информативной, 1 (2,3 %) — неинформативной. Результаты биопсии костей черепа ($n = 1$) позволили установить диагноз.

Причинами неинформативности в 48 (7,97 %) случаях оказалось получение недостаточного количества материала, в 4 (0,67 %) — забор трепанобиоптата из зоны некроза опухоли, в 4 (0,67 %) — неправильно выбранный доступ, в 1 (0,17 %) — неправильный выбор типа иглы.

При проведении биопсии нежелательных явлений, угрожающих жизни, выявлено не было. У 7 (0,82 %) пациентов развились инфекционные осложнения в области послеоперационного прокола, которые были успешно купированы антибиотиками.

Рассмотрим подробнее каждую группу пациентов и проанализируем причины неудовлетворительных результатов исследования на конкретных клинических примерах.

Всего проведена 151 трепанобиопсия позвоночника. В ходе выполнения биопсии на уровне *шейного отдела* при правильно выбранном доступе получено недостаточное количество материала.

На уровне *грудного отдела* позвоночника выполнены 64 трепанобиопсии. Результаты 50 (78 %) из них оказались информативными, 14 (22 %) — неинформативными. У 37 пациентов выявлены злокачественные новообразования костей, у 12 — доброкачественные, у 1 пациента получен гной (больной направлен на консультацию к фтизиатру с подозрением на туберкулезный процесс). В большинстве неинформативных биопсий у пациентов с предварительным диагнозом «метастатическое поражение костей» выполненный доступ был адекватным, однако количество полученного гистологического материала оказалось недостаточным для его верификации (рис. 5).

На уровне *поясничного отдела* позвоночника выполнены 52 трепанобиопсии. Информативными оказались результаты 48 (92,3 %) гистологических исследований, неинформативными — 5 (7,7 %). У 36 пациентов выявлены злокачественные новообразования костей,



Рис. 5. Трепанобиопсия ThXII позвонка пациента Ш., 47 лет (доступ адекватный, получено недостаточно материала)

Fig. 5. Trephine biopsy of the ThXII vertebra of patient Sh., 47 years (adequate access, insufficient amount of material obtained)

у 12 — доброкачественные. Причиной неудовлетворительного результата при правильно выбранном доступе стало недостаточное количество материала.

Из 33 проведенных трепанобиопсий новообразований *крестцового отдела* позвоночника 27 (81,8 %) оказались информативными, 6 (18,2 %) — неинформативными. У 19 пациентов выявлены злокачественные новообразования костей, у 8 — доброкачественные. У 5 больных при правильно выбранном доступе получено недостаточное количество материала и при выполнении 1 биопсии выявлены опухолевые клетки в состоянии некроза.

В ходе биопсии *копчика* при правильно выбранном доступе получено недостаточное количество материала.

Пациентам с новообразованиями костей *пояса верхней конечности* выполнены 85 трепанобиопсий (по поводу опухолей лопатки — 19, ключицы — 5, плечевой кости — 40, кости предплечья — 12, кисти — 9). Результаты 77 (92,8 %) из них оказались информативными, 6 (7,2 %) — неинформативными. У 28 пациентов выявлены злокачественные новообразования, у 47 — доброкачественные. Пограничные опухоли диагностированы у 2 больных. Двоим пациентам проведены повторные биопсии, в результате которых диагностированы множественная миелома и фиброма.

Ниже представлены клинические примеры неудовлетворительных результатов трепанобиопсии, проведенной у пациентов указанных групп, и причины этого.

Причиной отрицательного результатов биопсии у **пациента С.**, 61 года, был неправильный выбор иглы для проведения процедуры. Больному выполнена трепанобиопсия под контролем КТ, когда как требовалась core-биопсия, поскольку новообразование находилось в мягких тканях левой лопаточной области (рис. 6). Повторную core-биопсию выполнили под контролем УЗИ. При гистологическом исследовании выявлены



Рис. 6. Компьютерная томограмма пациента С., 61 года, с множественной миеломой. Неправильный способ забора материала при биопсии

Fig. 6. Computed tomography of patient S., 61 years, with multiple myeloma. Incorrect access for biopsy

плазматические клетки с умеренной атипией ядер — субстрат множественной миеломы.

У пациента К., 77 лет, в анамнезе рак двенадцатиперстной кишки, состояние после хирургического лечения в 2000 г., рак правой почки (нефрэктомия в 2008 г.). В связи с подозрением на вторичное злокачественное поражение кости под КТ-наведением выполнена трепанобиопсия объемного новообразования левой лопатки размерами 25 × 26 × 35 мм (рис. 7). При гистологическом исследовании: фибрин, лейкоциты, костная балка. Опухоль не обнаружена. Причиной неинформативности результатов послужил неправильно выбранный доступ, а также то, что материал взяли не из опухолевого очага. Выполнено хирургическое лечение — резекция лопатки с реконструктивно-пластическим компонентом. По данным гистологического исследования в лопатке метастаз светлоклеточного рака почки.



Рис. 7. Компьютерная томограмма пациента К., 77 лет, с метастазом светлоклеточного рака почки. Неправильно выбранный доступ при выполнении биопсии

Fig. 7. Computed tomography of patient K., 77 years, with multiple myeloma. Incorrect access for biopsy

Пациент К., 30 лет. Рентгенологическая и клиническая картины соответствуют остеоид-остеоме бедренной кости. Выполнена трепанобиопсия новообразования с забором материала для морфологического исследования с дальнейшим проведением радиочастотной термоабляции (рис. 8). При гистологическом исследовании опухоль не обнаружена. Причиной неинформативности результатов стала трудность получения адекватного количества материала для гистологического исследования. В послеоперационном периоде отмечалась положительная динамика в виде полного купирования болевого синдрома.

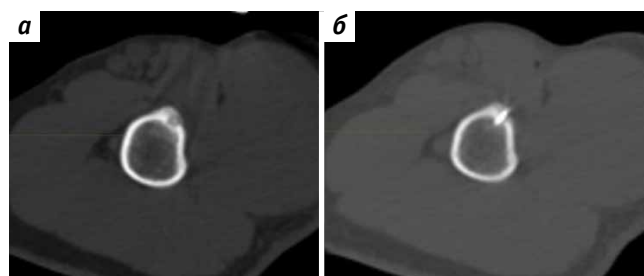


Рис. 8. Компьютерные томограммы пациента К., 30 лет: а — картина новообразования (остеоид-остеома) бедренной кости; б — выполненный доступ

Fig. 8. Computed tomography of patient K., 30 years: а — neoplasm (osteoid osteoma) of the femur; б — performed access

У пациентки М., 20 лет, клинико-рентгенологическая картина соответствовала остеоид-остеоме дистального метадиафиза левой бедренной кости (рис. 9, а). Попытка выполнить биопсию с помощью трепанационной иглы не удалась, игла погнулась в связи с выраженным остеосклерозом. Для доступа и выполнения радиочастотной термоабляции новообразования левой бедренной кости использовано сверло (рис. 9, б, в). При гистологическом исследовании — недостаточное количество материала. Исходом проведенной операции явилось полное купирование клинической картины.

Остеоид-остеома характеризуется центральным очагом диаметром <1,5 см в наибольшем измерении со склерозом окружающих костей [17]. В связи с этим получить достаточное количество материала для гистологического исследования затруднительно. В нашей клинике у 7 пациентов была клинико-рентгенологическая картина остеоид-остеома. У 4 из них результат подтвержден гистологическим исследованием, у 3 получено недостаточное количество материала.

У пациентов с новообразованиями костей нижних конечностей выполнены 184 трепанобиопсии (по поводу опухолей бедренной кости — 109, берцовых костей — 59, костей стопы — 15, надколенника — 1). Результаты 175 (95 %) из них оказались информативными, 9 (5 %) — неинформативными. У 73 пациентов выявлены злокачественные новообразования костей нижних конеч-

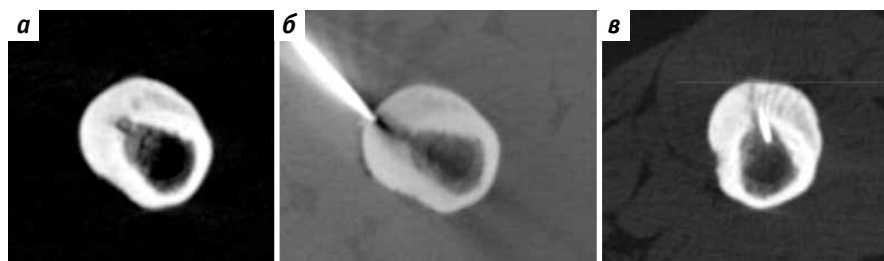


Рис. 9. Компьютерная томограмма пациентки М., 20 лет: а – картина новообразования (остеоид-остеома) бедренной кости; б – доступ с помощью иглы; в – доступ с помощью сверла

Fig. 9. Computed tomography of patient M., 20 years: а – neoplasm (osteoid osteoma) of the femur; б – access using a needle; в – access using a drill

ностей, у 88 – доброкачественные. Пограничные опухоли (гигантоклеточная опухоль) обнаружены у 14 больных. Повторная биопсия выполнена 1 пациенту.

Ниже представлен клинический случай неудовлетворительных результатов трепанобиопсии, проведенной пациенту с новообразованием проксимального отдела бедренной кости.

Пациенту Ф., 78 лет, выполнена трепанобиопсия новообразования проксимального отдела бедренной кости слева. Результаты гистологического исследования оказались неинформативным в связи с неправильным доступом (рис. 10, а). При повторной биопсии из другого доступа в полученном материале выявлены пласты клеток рака солидного строения из крупных клеток с везикулярными ядрами, светлой и эозинофильной цитоплазмой (рис. 10, б). При иммуногистохимическом исследовании опухоль не сохраняет иммуногистохимической специфичности.

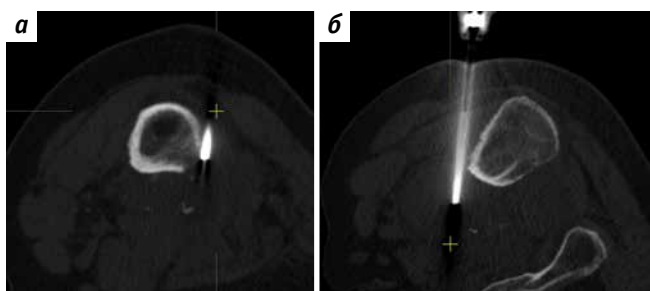


Рис. 10. Компьютерные томограммы пациента Ф., 78 лет: а – доступ при первичной биопсии; б – доступ при повторной биопсии

Fig. 10. Computed tomography of patient F., 78 years: а – neoplasm (osteoid osteoma) of the femur; б – access using a needle; в – access using a drill

Пациентам с опухолевым поражением *костей таза* проведены 137 трепанобиопсий (по поводу опухолей подвздошной кости – 105, лонной кости – 21, седалищной кости – 11). Результаты 123 (89,8 %) из них оказались информативными, 14 (11,2 %) – неинформативными. У 88 больных выявлены злокачественные новообразования костей таза, у 34 – доброкачественные, у 1 – гигантоклеточная опухоль. В основном при правильно выбранном

доступе получено недостаточное количество материала. При выполнении 1 биопсии выявлены опухолевые клетки в состоянии некроза (рис. 11).

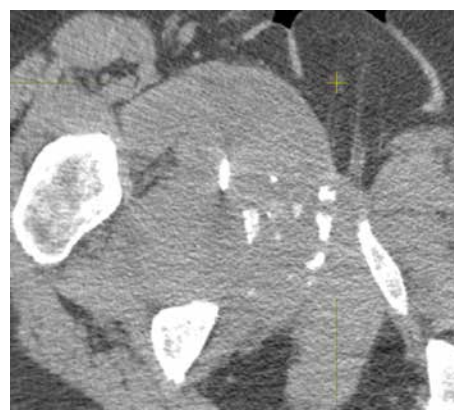


Рис. 11. Компьютерная томограмма области забора материала (зоны некроза опухоли) пациентки Т., 54 лет

Fig. 11. Computed tomography of the area of material retrieval (tumor necrosis area) of patient T., 54 years

Ниже представлен клинический случай неудовлетворительных результатов трепанобиопсии, проведенной пациенту с новообразованием крестцово-подвздошного сочленения.

Пациенту Е., 67 лет, проведены 3 трепанобиопсии новообразования крестцово-подвздошного сочленения слева (рис. 12), но материал оказался неинформативен. Выполнены экскохлеация и прямая остеопластика подвздошной кости. При гистологическом исследовании выявлен метастаз рака солидного строения. Причина неинформативности трепанобиопсии – попадание в зону реактивных изменений.

При опухолевом поражении *костей грудной стенки* проведены 44 трепанобиопсии (по поводу опухолей грудины – 19, ребра – 25). Результаты 43 (97,7 %) из них информативны, 1 (2,3 %) – неинформативна. У 24 пациентов выявлены злокачественные новообразования костей, у 19 – доброкачественные. Причина неинформативности результатов трепанобиопсии – неправильный выбор доступа; материал взят не из опухолевого очага (рис. 13).

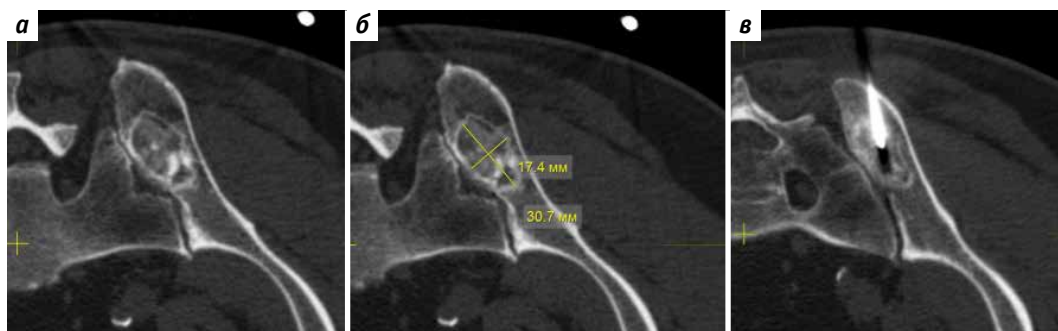


Рис. 12. Компьютерные томограммы пациента Е., 67 лет: а – картина новообразования крестцово-подвздошного сочленения; б – размеры очага поражения; в – выполненный доступ

Fig. 12. Computed tomography of patient E., 67 years: a – neoplasms of the sacroiliac joint; б – size of the lesion; в – performed access

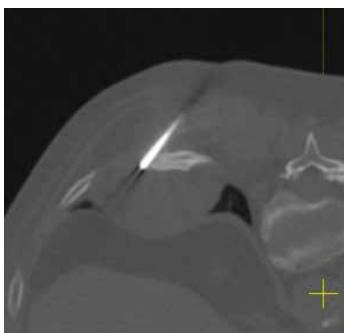


Рис. 13. Компьютерная томограмма выполненного доступа к опухолевому очагу у пациентки К., 67 лет

Fig. 13. Computed tomography of performed access to tumor lesion in patient K., 67 years

Выполнены 248 core-биопсий новообразований различных локализаций под контролем УЗИ. Результаты 245 (98,8 %) биопсий были информативными, 3 (1,2 %) – неинформативными. Пациентам с новообразованиями *мягких тканей нижних конечностей* выполнены 147 биопсий; злокачественные опухоли диагностированы у 69 больных, доброкачественные – у 70, пограничные – у 8. Пациентам с опухолями *мягких тканей верхних конечностей* проведены 50 биопсий. У 19 больных выявлены злокачественные новообразования мягких тканей, у 28 – доброкачественные, у 3 – пограничные. Биопсии *мягких тканей спины* проведены 13 пациентам, в результате гистологического исследования у 5 из них обнаружены злокачественные новообразования, у 8 – доброкачественные. В ходе 17 биопсий *мягких тканей грудной стенки* выявлены 9 злокачественных новообразований, 7 доброкачественных и 1 пограничная. По поводу опухолевых образований *передней брюшной стенки* выполнены 18 биопсий. По их данным обнаружены 2 злокачественных новообразования, 9 доброкачественных; у 7 пациентов при гистологическом исследовании диагностированы пограничные опухоли. У 2 больных в результате повторных биопсий обнаружены злокачественные новообразования; 1 пациент от повторной биопсии отказался.

Обсуждение

В 48 (7,97 %) из 57 неинформативных трепанобиопсий причиной плохого результата было получение недостаточного количества материала, в 4 (0,67 %) – забор трепанобиоптата из зоны некроза опухоли, что привело к получению клеток некроза, в 4 (0,67 %) – неправильный доступ, вследствие чего забор материала осуществлен не из опухолевого очага, в 1 (0,17 %) – изначально неверный выбор типа иглы (следовало делать core-биопсию вместо трепанобиопсии).

Иммуногистохимическое исследование играет большую роль в верификации диагноза, когда это не представляется возможным при стандартном гистологическом исследовании или требуется уточнить клинически важные молекулярные параметры опухоли. Для установления диагноза используются несколько антител, при необходимости проводится один или несколько дополнительных этапов исследования, что требует достаточного количества патогистологического материала. Проведение иммуногистохимического исследования потребовалось при 173 биопсиях. Количество материала было достаточным при проведении 154 (89 %) биопсий, что позволило установить верный диагноз.

Заключение

Трепанобиопсия и core-биопсия новообразований костей и мягких тканей являются «золотым стандартом» диагностики опухолей костей и мягких тканей. Результаты нашего исследования согласуются с данными литературы. Так, информативность чрескожных биопсий составляет от 75 до 100 %. Информативность результатов трепанобиопсий, проведенных в нашей клинике, составила 90,5 %, core-биопсий – 98,8 %, биопсий длинных костей оказалась равной 96,8 %, плоских – 91,6 %, костей позвоночника – 82,1 %. Трепано-/core-биопсия позволяет получить достаточное количество материала для проведения иммуногистохимического исследования при проведении 89 % биопсий. Осложнения, выявленные у 7 (0,82 %) больных, коррелируют с результатами мировой литературы.

При гистологическом исследовании материала, полученного от 7 пациентов с подозрением на остеид-остеому, у 3 получен положительный результат. Информативность при морфологическом исследовании остеид-остеом составила 43 %, что связано с небольшими размерами новообразования и трудностями в получении адекватного количества материала. Это, впрочем, компенсируется характерной клинической и рентгенологической картинами данного новообра-

зования, позволяющими установить верный диагноз и выбрать оптимальный вариант лечения, которым в настоящее время становится радиочастотная термоабляция. Так, при ее применении нам удалось добиться излечения 6 пациентов, у 1 пациента через 6 мес был зафиксирован рецидив с возобновлением клинической картины, однако от повторного вмешательства в прежнем объеме больной отказался и выбыл из-под наблюдения.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Ackermann W. Application of the trephine for bone biopsy: results in 635 cases. *JAMA* 1963;184(1):11–7. DOI: 10.1001/jama.1963.03700140067009
2. Duursma S.A., Visser W.J., von Zoeren M., Korver M.F. A bone biopsy procedure. *Calcif Tissue Res* 1969;4:269–73. DOI: 10.1007/BF02279130
3. Атлас онкологических операций. Под ред. В.И. Чиссова, А.Х. Трахтенберга, А.И. Пачеса. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. 632 с. Atlas of oncological operations. Ed. by V.I. Chissov, A.H. Trakhtenberg, A.I. Paches. Moscow: GEOTAR-Media, 2008. 632 p. (In Russ.).
4. Черкашин М.А., Пучков Д.Д., Реут Е.А. и др. Трепан-биопсии солидных опухолей под контролем компьютерной и магнитно-резонансной томографии. *РМЖ* 2019;6:3–9. Cherkashin M.A., Puchkov D.D., Reut E.A. et al. Trephine biopsy of solid tumours under the CT and MRI control. *RMZH* = *RMJ* 2019;6:3–9. (In Russ.).
5. Мушкин А.Ю., Алаторцев А.В., Маламашин Д.Б. и др. Информативность чрескожной трепанобиопсии в дифференциальной диагностике ограниченных деструктивных поражений позвоночника. *Хирургия позвоночника* 2012;1:62–6. DOI: 10.14531/ss2012.1.62-66 Mushkin A.Yu., Alatorsev A.V., Malamashin D.B. et al. The informative value of percutaneous trepanobiopsy in the differential diagnosis of limited destructive lesions of the spine. *Khirurgiya pozvonochnika* = *Spinal Surgery* 2012;1:62–6. (In Russ.). DOI: 10.14531/ss2012.1.62-66
6. Махмудова З.П. Роль трепанобиопсии в дифференциальной диагностике деструктивных поражений позвоночника. *Talqin va tadqiqotlar respublika ilmiy-uslubiy jurnali* 2022;6:87–94. Makhmudova Z.P. The role of trepanobiopsy in the differential diagnosis of destructive spinal lesions. *Talqin va tadqiqotlar respublika ilmiy-uslubiy jurnali* = *Republican Scientific and Methodological Journal of Interpretation and Research* 2022;6:87–94. (In Russ.).
7. Fyfe I., Henry A., Mulholland R. Closed vertebral biopsy. *J Bone Joint Surg Br* 1983;65(2):140–3. DOI: 10.1302/0301-620X.65B2.6826616
8. Валиев А.К., Каллистов В.Е., Мусаев Э.Р. и др. Малоинвазивные методы диагностики и лечения больных с метастатическим поражением позвоночника. *Вестник РОНЦ им. Н.Н. Блохина РАМН* 2010;21(4):3–8. Valiev A.K., Kallistov V.E., Musaev E.R. et al. Minimally invasive methods of diagnosis and treatment of patients with metastatic spinal injury. *Vestnik RONTC im. N.N. Blokhina RAMN* = *Bulletin of the N.N. Blokhin Russian Research Center of the Russian Academy of Sciences* 2010;21(4):3–8. (In Russ.).
9. Rimondi E., Staals E.L., Errani C. et al. Percutaneous CT-guided biopsy of the spine: results of 430 biopsies. *Eur Spine J* 2008;17(7):975–81. DOI: 10.1007/s00586-008-0678-x
10. Welker J.A., Henshaw R.M., Jelinek J. et al. The percutaneous needle biopsy is safe and recommended in the diagnosis of musculoskeletal masses. *Cancer* 2000;89(12):2677–86. DOI: 10.1002/1097-0142(20001215)89:12<2677::AID-CNCR22>3.0.CO;2-L
11. Неледов Д.В., Шавладзе З.Н., Березовская Т.П. Малоинвазивные вмешательства под контролем магнитно-резонансной томографии в уточняющей диагностике опухолей малого таза. *Вестник рентгенологии и радиологии* 2014;(2):31–7. Nefedov D.V., Shavlade Z.N., Berezovskaya T.P. Minimally invasive interventions under the control of magnetic resonance imaging in the clarifying diagnosis of pelvic tumors. *Vestnik rentgenologii i radiologii* = *Bulletin of Radiology and Radiology* 2014;(2):31–7. (In Russ.).
12. Шпилевский И.Э., Соколовский А.М., Соколовский О.А., Пашкевич Л.А. Особенности клинко-рентгенологической диагностики доброкачественных опухолей и опухолеподобных поражений проксимального отдела бедренной кости у детей и подростков. *Журнал Гродненского государственного медицинского университета* 2010;2(30):131–7. Shpilevsky I.E., Sokolovsky A.M., Sokolovsky O.A., Pashkevich L.A. Features of clinical and radiological diagnosis of benign tumors and tumor-like lesions of the proximal femur in children and adolescents. *Zhurnal Grodnenskogo Gosudarstvennogo Medicinskogo Universiteta* = *Journal of Grodno State Medical University* 2010;2(30):131–7. (In Russ.).
13. Laredo J.D., Hamze B., Jeribi R. Percutaneous biopsy of osteoid osteomas prior to percutaneous treatment using two different biopsy needles. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2009;32(5):998–1003. DOI: 10.1007/s00270-009-9635-2
14. Cooke-Barber J., Brungardt J.G., Sorger M. et al. Pediatric and young adult image-guided percutaneous bone biopsy – a new standard of care? *Ann Surg Oncol* 2023;30(6):3658–65. DOI: 10.1245/s10434-023-13097-z
15. Young R., Snow H., Hendry S. et al. Correlation between percutaneous biopsy and final histopathology for retroperitoneal sarcoma: a single-centre study. *ANZ J Surg* 2020;90(4):497–502. DOI: 10.1111/ans.15723
16. Kiefer J., Mutschler M., Kurz P. et al. Accuracy of core needle biopsy for histologic diagnosis of soft tissue sarcoma. *Sci Rep* 2022;12(1):1886. DOI: 10.1038/s41598-022-05752-4
17. Orth P., Kohn D. Diagnostik und therapie des osteoidosteoms. *Orthopäde* 2017;46(6):510–21. DOI: 10.1007/s00132-017-3428-0

Вклад авторов

Е.А. Сапрыкина: проведение операций, сбор и обработка материала, статистическая обработка данных, написание текста статьи;
 В.В. Тепляков: разработка концепции и дизайна исследования, проведение операций, редактирование;
 А.А. Шапошников, А.В. Лазукин: проведение операций, сбор и обработка материала, редактирование;
 А.П. Ухваркин, С.В. Добросоцкий: проведение операций, сбор и обработка материала, статистическая обработка данных, редактирование.

Authors' contributions

E.A. Saprykina: conducting operations, collecting and processing material, statistical data processing, article writing;
 V.V. Teplyakov: development of the concept and design of the study, conducting operations, editing;
 A.A. Shaposhnikov, A.V. Lazukin: conducting operations, collecting and processing material, editing;
 A.P. Ukhvarkin, S.V. Dobrosotsky: conducting operations, collecting and processing material, statistical data processing, editing.

ORCID авторов / ORCID of authors

Е.А. Сапрыкина / E.A. Saprykina: <https://orcid.org/0009-0005-9862-8027>
 В.В. Тепляков / V.V. Teplyakov: <https://orcid.org/0000-0002-8063-8797>
 А.А. Шапошников / A.A. Shaposhnikov: <https://orcid.org/0000-0001-7441-1150>
 А.В. Лазукин / A.V. Lazukin: <https://orcid.org/0000-0002-0430-0719>
 А.П. Ухваркин / A.P. Ukhvarkin: <https://orcid.org/0000-0001-7659-2557>
 С.В. Добросоцкий / S.V. Dobrosotsky: <https://orcid.org/0000-0001-8778-3340>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Funding. The study was performed without external funding.

Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики

Протокол исследования одобрен комитетом по биомедицинской этике ФГБУ «Российский научный центр рентгенодиагностики» Минздрава России.

Пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании и публикацию своих данных.

Compliance with patient rights and principles of bioethics

The study protocol was approved by the biomedical ethics committees of Russian Scientific Center of Roentgenoradiology, Ministry of Health of Russia. The patients gave written informed consent to participate in the study and the publication of their data.

Статья поступила: 25.03.2024. **Принята к публикации:** 05.05.2024.

Article submitted: 25.03.2024. **Accepted for publication:** 05.05.2024.