

ЛЕКЦИИ И ОБЗОРЫ / LECTURES AND REVIEWS

УДК 616-006.36-07

<http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2024-15-4-23-31>ВОЗМОЖНОСТИ МЕТОДОВ МЕДИЦИНСКОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ
В ДИАГНОСТИКЕ ОБРАЗОВАНИЙ МЯГКИХ ТКАНЕЙ: ОБЗОР

^{1,2}Е. А. Бусько[✉], ¹Э. С. Любимская^{✉*}, ¹К. В. Козубова[✉], ¹Р. А. Кадырлеев[✉], ²Т. Н. Трофимова[✉],
^{1,3}Е. В. Костромина[✉], ¹П. Ю. Гришко[✉], ¹Г. В. Зиновьев[✉], ¹О. И. Байкалова[✉], ¹С. Л. Трофимов[✉], ²Я. П. Зорин[✉],
^{3,4}В. В. Рязанов[✉], ^{1,2}И. А. Буровик[✉], ^{1,3}С. С. Багненко[✉]

¹Национальный медицинский исследовательский центр онкологии имени Н. Н. Петрова, Санкт-Петербург, Россия

²Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

³Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, Санкт-Петербург, Россия

⁴Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия

ВВЕДЕНИЕ: Опухоли мягких тканей (ОМТ) — это широкая и гетерогенная группа образований. Хотя саркомы мягких тканей составляют лишь 1 % всех злокачественных новообразований, они отличаются большим количеством гистологических подтипов и упорным рецидивированием, поэтому при их диагностике, а также для контрольного наблюдения за областью послеоперационного рубца требуются эффективные методы медицинской визуализации.

ЦЕЛЬ: Провести анализ научных работ, опубликованных за последние 5 лет, в которых выполнялось исследование диагностической эффективности современных методов медицинской визуализации (мультипараметрического УЗИ и МРТ) в диагностике образований мягких тканей, в том числе сарком мягких тканей и их рецидивов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ: Поисковые запросы были выполнены в базах данных Google Scholar, PubMed и Web of Science и основывались на ключевых словах: «sarcoma of soft tissue», «soft tissue tumor», «soft tissue Ultrasound», «soft tissue MRI», «soft tissue CEUS», «саркома мягких тканей», «ультразвуковое исследование мягких тканей», «магнитно-резонансное исследование мягких тканей», «контраст-усиленное УЗИ».

РЕЗУЛЬТАТЫ: В результате проведенного анализа литературы определено, что мультипараметрическое ультразвуковое исследование с контрастным усилением обладает более высокой эффективностью при диагностике опухолей мягких тканей в сравнении с исследованием без контраста, а также может быть сопоставимо по точности с магнитно-резонансной томографией. Однако критерии отбора пациентов, дизайн и размеры выборок значительно влияли на показатели точности в публикациях на данную тему.

ОБСУЖДЕНИЕ: Настоящий обзор демонстрирует, что разработка оптимального диагностического алгоритма при обнаружении опухоли мягких тканей требует комплексного подхода, учитывающего не только индивидуальные преимущества и ограничения каждого метода, но и потенциал новых технологий, позволяющих улучшить качество диагностики без существенных экономических затрат.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: Необходимы дальнейшие исследования, которые включали бы анализ всех режимов мультипараметрического ультразвукового исследования и магнитно-резонансной томографии, с определением роли эхоконтрастирования в диагностическом алгоритме при обнаружении опухоли мягких тканей, а также при наблюдении за зоной после операции по поводу саркомы.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: саркома мягких тканей, образования мягких тканей, ультразвуковое исследование, магнитно-резонансное исследование, контрастно-усиленное ультразвуковое исследование, КУУЗИ

* Для корреспонденции: Любимская Эльвира Сергеевна; e-mail: elialiubimskaia@gmail.com

Для цитирования: Бусько Е.А., Любимская Э.С., Козубова К.В., Кадырлеев Р.А., Костромина Е.В., Трофимова Т.Н., Гришко П.Ю., Зиновьев Г.В., Байкалова О.И., Трофимов С.Л., Зорин Я.П., Рязанов В.В., Буровик И.А., Багненко С.С. Возможности методов медицинской визуализации в диагностике образований мягких тканей: обзор // *Лучевая диагностика и терапия*. 2024. Т. 15, № 4. С. 23–31, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2024-15-4-23-31>.

POSSIBILITIES OF IMAGING METHODS IN THE DIAGNOSIS OF SOFT TISSUE TUMORS: A REVIEW

^{1,2}Ekaterina A. Busko¹, ¹Elvira S. Lyubimskaya^{1*}, ¹Ksenia V. Kozubova¹, ¹Roman A. Kadyrleev¹,
²Tatiana N. Trofimova², ^{1,3}Ekaterina V. Kostromina¹, ¹Pavel Yu. Grishko¹, ¹Grigory V. Zinovev¹,
¹Olga I. Baykalova¹, ¹Stanislav L. Trofimov¹, ²Yaroslav P. Zorin², ^{3,4}Vladimir V. Ryazanov³,
^{1,2}Ilya A. Burovick¹, ^{1,3}Sergey S. Bagnenko¹

¹Petrov National Medical Research Center of Oncology, St. Petersburg, Russia

²St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

³St. Petersburg State Pediatric Medical University, St. Petersburg, Russia

⁴S. M. Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia

INTRODUCTION: Soft tissue tumors are a diverse group of growths that can occur anywhere in the body. While sarcoma only account for about 1% of all malignant neoplasms, they come in many different types and often recur after treatment. This makes accurate diagnosis and monitoring of these tumors and postoperative scars essential.

OBJECTIVE: To analyze scientific works of the latest 5 years, which examined medical imaging techniques, specifically multiparametric ultrasound and MRI, and assess their effectiveness in diagnosing soft tissue tumors, including sarcomas and their recurrences.

MATERIALS AND METHODS: Search queries were performed in the Google Scholar, PubMed and Web of Science databases and were based on the keywords: «sarcoma of soft tissue», «soft tissue tumor», «soft tissue Ultrasound», «soft tissue MRI», «soft tissue CEUS».

RESULTS: The literature analysis determined that multiparametric contrast-enhanced ultrasound is more effective in diagnosing soft tissue tumors than studies without contrast and can be comparable in accuracy to magnetic resonance imaging. However, the accuracy rates reported in publications on this topic were significantly influenced by factors such as the criteria used to select patients, the design of the studies, and the size of the samples.

DISCUSSION: This review shows that developing an optimal diagnostic algorithm for soft tissue tumor requires a comprehensive approach considering both the strengths and weaknesses of individual methods and the potential of cost-effective new technologies to improve diagnostic quality.

CONCLUSION: Additional research needs to investigate all modes of multiparametric ultrasound and magnetic resonance imaging, as well as the role of echo contrast both in a diagnostic algorithm for detecting soft tissue tumors and in monitoring after surgical resection for sarcomas.

KEYWORDS: sarcoma of soft tissue, soft tissue tumor, Ultrasound, MRI, CEUS

* For correspondence: Elvira S. Lyubimskaya, e-mail: elialiubimskaia@gmail.com

For citation: Busko E.A., Lyubimskaya E.S., Kozubova K.V., Kadyrleev R.A., Trofimova T.N., Kostromina E.V., Grishko P.Yu., Zinovev G.V., Baykalova O.I., Trofimov S.L., Zorin Yu.P., Ryazanov V.V., Burovick I.A., Bagnenko S.S. Possibilities of imaging methods in the diagnosis of soft tissue tumors: a review // *Diagnostic radiology and radiotherapy*. 2024. Vol. 15, No. 4. P. 23–31, <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2024-15-4-23-31>.

Введение. Опухоли мягких тканей (ОМТ) охватывают широкую и гетерогенную группу образований, которые имеют мезенхимальное происхождение и могут возникать в любой части тела [1]. Хотя саркомы мягких тканей (СМТ) составляют всего лишь 1% всех злокачественных новообразований (ЗНО), идентифицировано более ста гистологических подтипов со множеством молекулярных аберраций, что делает их диагностику сложной задачей. Также СМТ отличаются упорным рецидивированием, поэтому область послеоперационного рубца требует частого и длительного наблюдения методами лучевой диагностики [2–5].

Цель. Анализ научных работ, опубликованных за последние 5 лет, в которых проводилось исследование диагностической эффективности современных методов медицинской визуализации: мультипараметрического ультразвукового исследования

(мпУЗИ) и магнитно-резонансной томографии (МРТ) в диагностике образований мягких тканей, в том числе СМТ и их рецидивов.

Материалы и методы. В результате поиска в базах данных Google Scholar, PubMed и Web of Science на основе названия, аннотации и актуальности были проанализированы публикации за последние 5 лет, в которых проводился анализ эффективности методов медицинской визуализации в диагностике ОМТ, в том числе СМТ и их рецидивов. Поисковые запросы основывались на ключевых словах: «sarcoma of soft tissue», «soft tissue tumor», «soft tissue Ultrasound», «soft tissue MRI», «soft tissue CEUS», «саркома мягких тканей», «ультразвуковое исследование мягких тканей», «магнитно-резонансное исследование мягких тканей», «контраст-усиленное УЗИ».

Результаты. В анализ литературы вошли публикации, посвященные основным методам диагностики

ОМТ: мпУЗИ с применением эластографии и эхо-контрастирования и МРТ.

Мультипараметрическое ультразвуковое исследование. Современное ультразвуковое исследование (УЗИ) представляет собой мультипараметрическую технологию, которая включает сканирование в различных режимах: серошкальный В-режим, режим цветового доплеровского картирования (ЦДК), соноэластографии (СЭГ) и контрастного усиления (КУ).

Современное УЗИ является первым методом диагностики при выявлении ОМТ из-за таких преимуществ, как: широкая доступность, экономичность, визуализация в режиме реального времени, а также достаточная точность, что подтверждается многочисленными исследованиями [6, 7].

Основным режимом УЗИ является серошкальный В-режим, позволяющий визуализировать и анализировать структурные характеристики нормальной и патологической ткани. Многие научные исследования базируются на визуальной информации, полученной при помощи В-режима, однако дополнительные режимы также позволяют получать важные характеристики, а именно жесткость при эластографии и васкуляризацию при ЦДК и контрастировании, что безусловно расширяет горизонты возможностей мпУЗИ. В ходе анализа литературных данных, мы нашли лишь ограниченное количество публикаций, изучающих комплексное применение УЗ-режимов, включая контрастирование, в диагностике ОМТ. В связи с этим, тема изучения возможностей контрастного усиления в рамках мпУЗИ представляется нам достаточно актуальной, особенно в сравнении с МРТ.

Рассмотрим работу М. Ozturk и соавт. (2020), в которой 109 пациентам было проведено мпУЗИ с использованием В-режима, ЦДК и эластографии сдвиговой волны для оценки ОМТ, чувствительность, специфичность и площадь под кривой составили 91%, 72%, и 0,82 соответственно. Из всех УЗ-режимов авторы отметили наибольшую диагностическую ценность режима ЦДК, так как активная васкуляризация образования была значимым предиктором злокачественности с шансом 5,813 ($p=0,005$), злокачественные поражения в 70% случаев были гиперваскулярными, а 75% доброкачественных поражений были аваскулярными/гиповаскулярными. В то же время режим эластографии сдвиговой волны не продемонстрировал высокой эффективности, так как не было существенной разницы между скоростью распространения волны в доброкачественных и злокачественных опухолях мягких тканей [8].

В другом крупном исследовании УЗ-режима компрессионной эластографии в дифференциальной диагностике ОМТ, проведенном в 2020 г. на 137 опухолях, J. Cohen и соавт. также не обнаружили существенной разницы в значениях коэффициента жесткости между доброкачественными и злокаче-

ственными поражениями, однако авторы объясняют это сложностями при выборе зоны интереса и референтной ткани и делают акцент на необходимости стандартизации методики [9].

Тем не менее стоит отметить, что эластография постоянно совершенствуется и существуют работы, которые указывают на ее многообещающие возможности. Например, в 2021 г. был проведен мета-анализ М. Wu и соавт., включивший 18 исследований с участием 1569 ОМТ, который изучал общую диагностическую эффективность компрессионной эластографии и эластографии сдвиговой волны при обнаружении злокачественных опухолей. Результаты показали, что объединенная чувствительность, специфичность и площадь под кривой составили 82%, 80% и 0,88 соответственно [10].

С появлением эхоконтрастных препаратов стало возможно выполнение УЗИ с использованием режима КУ или контрастно-усиленного ультразвукового исследования (КУУЗИ), которое позволяет визуализировать кровеносные сосуды диаметром около 40 мкм, в то время как доплеровское картирование имеет предел в 100 мкм [11]. Отличительной особенностью является фармакокинетика ультразвуковых контрастов, поскольку препарат в виде микропузырьков гексафторида серы характеризуется строгим внутрисосудистым распределением, в отличие от веществ, применяемых при МРТ или компьютерной томографии (КТ), где часть контрастного усиления опухоли обусловлена присутствием препарата в интерстициальной ткани, особенно в областях повышенной проницаемости сосудов. Эти достоинства эхоконтрастов могут быть использованы в дифференциальной диагностике ОМТ, так как злокачественные образования отличаются активным неангиогенезом и повышенной васкуляризацией [11].

Для дифференциальной диагностики доброкачественных и злокачественных ОМТ Loizides и соавт. еще в 2012 г., описывает четыре паттерна перфузии, на основании результатов исследований 54 пациентов. 1 паттерн — отсутствие или тонкий ободок периферического контрастного усиления, возможно, со спорадическими внутриочаговыми сосудами, 2 паттерн — выраженное контрастное усиление по периферии образования, 3 паттерн — неоднородный характер контрастного усиления в структуре образования, 4 паттерн — однородный характер контрастного усиления в структуре образования. Исследование показало, что 1 и 4 паттерны более характерны для доброкачественной патологии, а 2 и 3 — для злокачественной [12].

Авторы продемонстрировали, что оценка перфузионных паттернов при КУУЗИ более эффективна (чувствительность 88%, специфичность 67%), по сравнению с оценкой объема и скорости накопления и вымывания контраста (чувствительность 69%, специфичность 63%) [12].

В 2018 г. на базе ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н. Н. Петрова» Минздрава России была разработана

отечественная классификация паттернов КУ, которая, в отличие от европейской, учитывает сосудистую архитектуру патологического образования, что отражено в патенте «Способ дифференциальной диагностики образований молочных желез и мягких тканей», номер патента: RU 2662647 С2. В российской классификации, в зависимости от типа сосудистого рисунка описывается 5 паттернов контрастирования: 1 паттерн — кольцевидный, 2 паттерн — кольцевидный с пристеночным компонентом, 3 паттерн — древовидный, 4 паттерн — спиклообразный и 5 паттерн — спиралевидный. Дополнительно оцениваются кинетические кривые. 1 или 3 паттерн в сочетании с I или II типами кинетической кривой либо 2 паттерн в сочетании с I типом кинетической кривой более характерны для доброкачественного образования. Определение 2, 4 или 5 паттернов в сочетании с III типом кинетической кривой более характерно для злокачественного образования.

Благодаря данным критериям информация, полученная при КУУЗИ, помогает диагностировать такую неоднородную группу как ОМТ. Так, мета-анализ, проведенный Wang и соавт. в 2020 г., куда было включено 5 публикаций и 746 поражений, установил, что совокупная чувствительность и специфичность КУУЗИ при дифференциальной диагностике доброкачественных и злокачественных ОМТ составили 76% и 67% соответственно, а площадь под кривой — 0,77 [13].

Более современные исследования от 2023 г. указывают, что КУУЗИ позволяет точнее предполагать природу ОМТ, чем обычное УЗИ без КУ. Это было продемонстрировано Yu и соавт. на 106 пациентах. При сравнительной оценке возможностей УЗИ без КУ и КУУЗИ в дифференциальной диагностике ОМТ, УЗИ без КУ имела чувствительность 73%, специфичность 82% и площадь под кривой 0,78, в то время у КУУЗИ чувствительность составила 94%, специфичность — 90,7% и площадь под кривой — 0,92 [14].

Отдельно мы считаем важным подчеркнуть, что КУУЗИ может также использоваться в интервенционных вмешательствах на ОМТ, поскольку позволяет идентифицировать наиболее высокоvascularизированный, а значит, информативный для гистологического исследования, участок опухоли.

Это отражено в отечественной работе 2017 г., где Г.В. Зиновьев и соавт. сообщают, что с помощью трепан-биопсии ОМТ под УЗ-навигацией с КУ, удалось корректно определить характер заболевания у всех 59 пациентов, включенных в исследование, следовательно, показатели чувствительности, специфичности и точности составили 100%. В отличие от контрольной группы, в которой биопсия была выполнена под УЗ-навигацией без КУ, а чувствительность, специфичность и точность составили 95%, 100% и 91% [15].

Иностранные авторы S.P. Daniels и соавт. в 2021 г. также отмечают эти свойства КУУЗИ

в своем опыте трепан-биопсии ОМТ у 32 пациентов, в 93% случаев результаты гистологического исследования после биопсии под КУУЗИ и хирургической резекции совпадали [16].

Это очень важная область применения данного метода, так как часто саркомы мягких тканей быстро достигают больших размеров и имеют в своей структуре зоны отека и некроза. Если попасть в такую зону при биопсии, гистологический материал не даст важной информации и процедура будет повторяться, причиняя не только страдания пациенту, но и нагружая систему здравоохранения, поэтому методики, способные повысить точность биопсии ОМТ, очень важны, их следует изучать, чтобы успешно применять в практике.

Также интерес для онкологов представляет ранняя диагностика рецидивов СМТ, для которой необходим достаточно эффективный и одновременно простой в выполнении метод визуализации. Поскольку пациенты, перенесшие операцию по поводу саркомы, вынуждены длительно и часто проходить контрольные обследования — КУУЗИ является достаточно перспективным методом наблюдения, однако мы не нашли публикаций на данную тему в научной литературе.

Таким образом, наибольшую диагностическую ценность имеют режимы доплеровского картирования и эхоконтрастирования, при анализе которого наиболее важно оценивать именно паттерны контрастирования. Вопрос же об использовании режима эластографии все еще открыт из-за противоречивых данных литературы, а также отсутствия стандартной методики исследования мягких тканей.

В диагностике ОМТ, по данным литературы, мпУЗИ с КУ более эффективно, чем обычное УЗИ без КУ, однако следует отметить, что значения точности КУУЗИ, полученные в разных публикациях, имели достаточно широкий разброс, поэтому необходимо дальнейшее изучение данной методики, особенно в контексте ранней диагностики рецидивов СМТ.

Магнитно-резонансная томография. Магнитно-резонансная томография (МРТ) в диагностике ОМТ применяется в случае, если возникают трудности при ультразвуковом исследовании. Это связано с рядом преимуществ: МРТ позволяет определить точное местоположение и границы образования, его отношение к сосудисто-нервному пучку, а высокое контрастное разрешение подробно характеризует мягкотканную структуру опухоли, даже при ее глубоком расположении, что часто вызывает трудности при ультразвуковой диагностике [17]. Однако основным преимуществом МРТ, по сравнению с обычным УЗИ, является возможность использования контрастного усиления, на основании результатов которого можно делать предположения о природе образования с более высокой точностью [17].

Базовый МР-протокол включает T1-взвешенные, T2-взвешенные изображения (серии до и после вве-

дения контраста), помимо этого возможно добавление диффузионно-взвешенных изображений (ДВИ), на основании которых строятся карты измеряемого коэффициента диффузии (ИКД-карты). Выполнение динамического контрастного-усиления (ДКУ) является опциональным и используется редко.

Существующие исследования возможностей МРТ с различными протоколами в диагностике образований мягких тканей подтверждают высокую эффективность данного метода.

Так, в одном из первых исследований от 1990 г. Berquist и соавт. на 95 пациентах показали, что МРТ без ДВИ способна проводить диагностику доброкачественных поражений мягких тканей с чувствительностью 88%, специфичностью 90% и точностью 90%, а также злокачественных ОМТ с чувствительностью 94%, специфичностью 90% и точностью 90% [18].

В одном из последних исследований 2023 года Pernas R. Оса и соавт. МРТ с ДВИ в первичной диагностике ОМТ на 84 пациентах также продемонстрировала высокие показатели чувствительности — 84% и специфичности — 75%, а площадь под кривой составила 0,91 [20].

Согласно рекомендациям National Comprehensive Cancer Network (NCCN), именно МРТ с внутривенным контрастированием является наиболее подходящим визуализирующим методом для выявления локального рецидива СМТ [20, 21].

Высокая эффективность МРТ для выявления рецидивов СМТ отражена в работе S. Sedaghat и соавт. (2021) на 204 пациентах (следует отметить, что протокол сканирования не включал в себя ДВИ). Общая чувствительность и специфичность составили 92% и 98% соответственно, при точности 97%. Авторы отмечают, что чувствительность МРТ была выше при локализации образования в структуре мышцы — 95%, а также если пациенты не подвергались лучевой терапии (ЛТ) — 97%, чем для более поверхностных образований — 83%, и у пациентов с ЛТ в анамнезе — 6%, при одинаково высокой специфичности 98% [22].

Помимо этого, Е. С. Колобанова и соавт. 2021 г. в своем исследовании 23 поражений мягких тканей сообщают, что использование ДВИ у пациентов с подозрением на рецидив саркомы повысило эффективность дифференциальной диагностики рецидивов и послеоперационных изменений с чувствительностью, специфичностью и точностью 93,7%, 100% и 95,6% соответственно [23].

Однако, несмотря на все достоинства МРТ, в исследовании 2020 г. Goldman и соавт. проанализировав данные 92 пациентов, которым первоначально было проведено УЗИ, а затем МРТ, пришли к выводу, что последняя в 68% случаев не меняла предполагаемый диагноз [24].

Сравнительный анализ результатов УЗИ (В-режим и режим ЦДК) и МРТ с контрастом был про-

веден в 2020 г. A. D. Singer и соавт. у 55 пациентов, ранее проходивших лечение по поводу СМТ, и УЗИ имело более высокую специфичность, чем МРТ (97,6% и 92,9% соответственно), точность диагностики рецидива при УЗИ и МРТ была одинаковой — 92,6%, а вот чувствительность УЗИ оказалась ниже (75% и 91,7% соответственно). Необходимо подчеркнуть, что врачи УЗИ в данном исследовании являлись узкоспециализированными сотрудниками с опытом диагностики образований опорно-двигательного аппарата от 9 до 20 лет, что также могло повлиять на столь высокие результаты УЗИ, так как данный метод является операторозависимым [25].

В исследовании 2017 г. на 255 ОМТ L. Gruber и соавт. изолированно от других методик оценивали диагностические свойства именно режима КУ в рамках КУУЗИ и в рамках МРТ, чувствительность которых составила 88,3% и 88,7% соответственно, а специфичность 66,7% и 59,7% соответственно. Эти результаты показывают, что КУ при УЗИ в исследовании мягких тканей может быть сопоставимо с таковым при МРТ [26].

Таким образом, МРТ демонстрирует высокую эффективность и включена в диагностический алгоритм при обнаружении ОМТ, а также в алгоритм наблюдения за зоной после хирургического лечения саркомы. Некоторые авторы отмечают, что точность МРТ снижается при диагностике поверхностно-расположенных образований, особенно небольших размеров и у пациентов, в анамнезе которых была лучевая терапия. Также есть работы, демонстрирующие, что после выполнения УЗИ ОМТ, дополнительная МРТ не всегда может добавить значимую диагностическую информацию, а контрастное усиление при КУУЗИ может быть сопоставимо по точности с КУ при МРТ, поэтому существует необходимость в совершенствовании подходов оценки ОМТ.

Обсуждение. В рамках диагностического алгоритма, при обнаружении ОМТ в качестве первого метода диагностики используется стандартное УЗИ, которое хорошо зарекомендовало себя благодаря широкой доступности и достаточно высокой точности, отмеченной в научных работах A. D. Singer и соавт. и M. Ozturk и соавт. (2020). Полученные при УЗИ данные позволяют определить необходимость проведения более дорогостоящих и информативных исследований, таких как МРТ и биопсия.

Современные исследования направлены на расширение возможностей УЗИ за счет новых методик (СЭГ и КУ), для более полной оценки опухолей на ранних этапах диагностики. В настоящем обзоре обобщены последние данные литературы об эффективности методов визуализации ОМТ, включая СМТ и их рецидивы. Однако при анализе публикаций следует учитывать характеристики включенных в них образований, поскольку эффективность методики существенно зависит от типа опухоли. В качестве примера можно привести противоречивые

результаты исследований, посвященных применению эластографии. Одни работы 2020 г. М. Ozturk и соавт. и J. Cohen и соавт. не выявили дифференциально-диагностической ценности СЭГ, тогда как крупный мета-анализ М. Wu и соавт. 2021 г. продемонстрировал высокую эффективность методики. Такой разброс связан как с гетерогенностью ОМТ, так и с операторозависимостью режима эластографии, обусловленной отсутствием на сегодняшний день общепринятого, стандартизированного протокола его использования.

В отличие от жесткости, наличие васкуляризации в опухоли представляет собой более объективный критерий для дифференциальной диагностики доброкачественных и злокачественных ОМТ, а также рецидива СМТ от послеоперационных изменений. Поскольку неангиогенез, характерный для злокачественных образований, обуславливает быстрое и неравномерное поглощение и выведение контрастных веществ, методы с использованием контраста (КУУЗИ и МРТ) являются наиболее информативными для этой цели. Высокая чувствительность и специфичность МРТ подтверждены многочисленными исследованиями, начиная с работы 1990 г. Berquist и соавт. и включая более поздние публикации как зарубежных S. Sedaghat и соавт. (2021) и Pernas R. Оса и соавт. (2023), так и отечественных авторов Е. С. Колобанова и соавт. (2021). Однако низкая доступность и наличие противопоказаний (металлические контрукции, кардиостимуляторы, клаустрофобия) ограничивают ее широкое применение.

В качестве перспективной альтернативы рассматривается методика эхоконтрастирования. Результаты крупного мета-анализа Wang и соавт. (2020) и исследование Yu Hu и соавт. (2023) подтверждают высокую диагностическую точность КУУЗИ. Более того, Gruber и соавт. в 2017 г. продемонстрировали сопоставимую

эффективность применения КУ при УЗИ и при МРТ. Это позволяет предполагать, что включение эхоконтрастов в мпУЗИ способно помочь решать больше задач на первичном этапе диагностики ОМТ и минимизировать дополнительные, ненужные исследования. Кроме того, существуют отечественные (Зиновьев Г.В. и др., 2017) и зарубежные (Daniels S.P. et al., 2021) работы, показывающие, что КУУЗИ позволяет проводить более качественную навигацию при биопсии, что также является важной областью применения методики, особенно в онкологии.

Настоящий обзор демонстрирует, что разработка оптимального диагностического алгоритма при ОМТ требует комплексного подхода, учитывающего не только индивидуальные преимущества и ограничения каждого метода, но и потенциал новых технологий, позволяющих улучшить качество диагностики без существенных экономических затрат.

Заключение. Мультипараметрическое УЗИ с использованием режима КУ отображает микроциркуляцию крови в опухоли с высоким пространственным разрешением, как МРТ, в то же время обладает преимуществами стандартного УЗИ без КУ, а также может повышать точность трепан-биопсии ОМТ.

Результаты приведенных исследований демонстрируют нам, что КУУЗИ имеет очевидную ценность и потенциал в качестве метода дифференциальной диагностики доброкачественных и злокачественных изменений мягких тканей.

Однако необходимы дальнейшие исследования, которые бы включали анализ всех режимов мпУЗИ (В-режима, ЦДК, СЭГ и КУ) и МРТ, с определением роли КУУЗИ в диагностическом алгоритме при обнаружении ОМТ, а также при наблюдении за зоной после операции по поводу саркомы.

Сведения об авторах:

Бусько Екатерина Александровна — доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник научного отделения диагностической и интервенционной радиологии, врач ультразвуковой диагност, врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики федерального государственного бюджетного учреждения «Научный медицинский исследовательский центр онкологии имени Н.Н.Петрова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197758, Санкт-Петербург, пос. Песочный, Ленинградская ул., д. 68; профессор кафедры лучевой диагностики Медицинского института федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»; 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9; e-mail: katm@mail.ru; ORCID 0000–0002–0940–6491;

Любимская Эльвира Сергеевна — аспирант научного отделения диагностической и интервенционной радиологии, врач ультразвуковой диагност отделения лучевой диагностики федерального государственного бюджетного учреждения «Научный медицинский исследовательский центр онкологии имени Н.Н.Петрова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197758, Санкт-Петербург, пос. Песочный, Ленинградская ул., д. 68; e-mail: elialiubimskaia@gmail.com; ORCID 0000–0002–2038–3964;

Козубова Ксения Вячеславовна — аспирант научного отделения диагностической и интервенционной радиологии, врач ультразвуковой диагност отделения лучевой диагностики федерального государственного бюджетного учреждения «Научный медицинский исследовательский центр онкологии имени Н.Н.Петрова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197758, Санкт-Петербург, пос. Песочный, Ленинградская ул., д. 68; e-mail: dr.kozubova@yandex.ru; ORCID 0000–0001–9611–0439;

Кадырлеев Роман Андреевич — кандидат медицинских наук, врач ультразвуковой диагност отделения лучевой диагностики федерального государственного бюджетного учреждения «Научный медицинский исследовательский центр онкологии имени Н.Н.Петрова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197758, Санкт-Петербург, пос. Песочный, Ленинградская ул., д. 68; e-mail: romankadyrleev@gmail.com; ORCID 0000–0001–6576–1087;

Трофимова Татьяна Николаевна — доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент Российской академии наук, главный научный сотрудник лаборатории нейровизуализации федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт мозга человека имени Н. П. Бехтерева» Российской академии наук; 197376, Санкт-Петербург, ул. Академика Павлова, д. 9; e-mail: TTrofimova@groupmmc.ru; ORCID 0000–0003–4871–2341;

Костромина Екатерина Викторовна — кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник научного отделения диагностической и интервенционной радиологии, врач ультразвуковой диагност, врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики федерального государственного бюджетного учреждения «Научный медицинский исследовательский центр онкологии имени Н. Н. Петрова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197758, Санкт-Петербург, пос. Песочный, Ленинградская ул., д. 68; доцент кафедры лучевой диагностики и биомедицинской визуализации федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 194100, Санкт-Петербург, Литовская ул., д. 2; e-mail: terik-dog@mail.ru; ORCID 0000–0002–4245–687X;

Гришко Павел Юрьевич — кандидат медицинских наук, научный сотрудник научного отделения диагностической и интервенционной радиологии, доцент отдела учебно-методической работы, врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики федерального государственного бюджетного учреждения «Научный медицинский исследовательский центр онкологии имени Н. Н. Петрова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197758, Санкт-Петербург, пос. Песочный, Ленинградская ул., д. 68; e-mail: dr.grishko@mail.ru; ORCID 0000–0003–4665–6999;

Зиновьев Григорий Владимирович — кандидат медицинских наук, заведующий хирургическим отделением опухолей костей, мягких тканей и кожи, врач-онколог, доцент отдела дополнительного профессионального образования федерального государственного бюджетного учреждения «Научный медицинский исследовательский центр онкологии имени Н. Н. Петрова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197758, Санкт-Петербург, пос. Песочный, Ленинградская ул., д. 68; e-mail: zinovjevgrigory@gmail.com; ORCID 0000–0003–1639–2443;

Байкалова Ольга Игоревна — кандидат медицинских наук, врач-онколог, хирург клинко-диагностического отделения федерального государственного бюджетного учреждения «Научный медицинский исследовательский центр онкологии имени Н. Н. Петрова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197758, Санкт-Петербург, пос. Песочный, Ленинградская ул., д. 68; e-mail: Oolgabajkalova@yandex.ru; ORCID 0000–0001–8225–5522;

Трофимов Станислав Леонидович — врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики федерального государственного бюджетного учреждения «Научный медицинский исследовательский центр онкологии имени Н. Н. Петрова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197758, Санкт-Петербург, пос. Песочный, Ленинградская ул., д. 68; e-mail: trofimov.stanislav@gmail.com; ORCID 0000–0002–5321–370X;

Зорин Ярослав Петрович — кандидат медицинских наук, доцент кафедры лучевой диагностики Медицинского института федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»; 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9; e-mail: yzorin@mail.ru; ORCID 0000–0001–9260–5119;

Рязанов Владимир Викторович — доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой современных методов диагностики и радиолучевой терапии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 194100, Санкт-Петербург, Литовская ул., д. 2; профессор кафедры рентгенологии и радиологии с курсом ультразвуковой диагностики федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; e-mail: 79219501454@yandex.ru; ORCID 0000–0002–0037–2854;

Буровик Илья Александрович — кандидат медицинских наук, заведующий отделением лучевой диагностики, научный сотрудник научного отделения диагностической и интервенционной радиологии федерального государственного бюджетного учреждения «Научный медицинский исследовательский центр онкологии имени Н. Н. Петрова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197758, Санкт-Петербург, пос. Песочный, Ленинградская ул., д. 68; ассистент кафедры онкологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»; 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9; e-mail: burovick_ilya@mail.ru; ORCID 0000–0002–4714–1228;

Багненко Сергей Сергеевич — доктор медицинских наук, доцент, заведующий научным отделением, ведущий научный сотрудник научного отделения диагностической и интервенционной радиологии федерального государственного бюджетного учреждения «Научный медицинский исследовательский центр онкологии имени Н. Н. Петрова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197758, Санкт-Петербург, пос. Песочный, Ленинградская ул., д. 68; профессор кафедры лучевой диагностики и биомедицинской визуализации федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 194100, Санкт-Петербург, Литовская ул., д. 2; e-mail: bagnenko_ss@mail.ru; ORCID 0000–0002–4131–6293.

Information about the authors:

Ekaterina A. Busko — Dr. of Sci. (Med.), Assoc. Prof., Leading researcher of the NMRC Oncology named after N. N. Petrova; Ministry of health of Russia; Professor of St. Petersburg State University; e-mail: katrn@mail.ru; ORCID 0000–0002–0940–6491;

Elvira S. Lyubimskaya — postgraduate student of the scientific department of diagnostic and interventional radiology, ultrasound diagnostics doctor of the NMRC Oncology named after N. N. Petrova; Ministry of health of Russia; e-mail: elialyubimskaia@gmail.com; ORCID 0000–0002–2038–3964;

Ksenia V. Kozubova — postgraduate student of the scientific department of diagnostic and interventional radiology, ultrasound diagnostics doctor of the NMRC Oncology named after N. N. Petrova; Ministry of health of Russia; e-mail: dr.kozubova@yandex.ru; ORCID 0000–0001–9611–0439;

Roman A. Kadyrleev — Cand. of Sci. (Med.), ultrasound diagnostics doctor of the NMRC Oncology named after N. N. Petrova; Ministry of health of Russia, department assistant of St-Petersburg State University; e-mail: romankadyrleev@gmail.com; ORCID 0000–0001–6576–1087;

Tatyana N. Trofimova — Dr. of Sci. (Med.), Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, the Federal State Budgetary Institution of Science «The Institute of the Human Brain of N. P. Bekhtereva, RAS, Chief Scientific Officer of Neuroimaging Laboratory, 197376, St. Petersburg, 9, Academician Pavlov St; e-mail: TTrofimova@groupmmc.ru; ORCID 0000–0003–4871–2341;

Ekaterina V. Kostromina — Cand. of Sci. (Med.), senior researcher at the Scientific Department of Diagnostic and Interventional Radiology, ultrasound diagnostic doctor, radiologist at the Department of Radiation Diagnostics of the NMRC Oncology named after N. N. Petrova; Ministry of health of Russia; Associate Professor of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of Russia, Associate

- Professor of Federal State Budgetary Institution «Russian Scientific Center for Radiology and Surgical Technologies named after Academician A. M. Granov» of the Ministry of Health of the Russian Federation; e-mail: terik-dog@mail.ru; ORCID 0000-0002-4245-687X;
- Pavel Yu. Grishko* — Cand. of Sci. (Med.), researcher of the NMRC Oncology named after N. N. Petrova; Ministry of health of Russia; e-mail: dr.grishko@mail.ru; ORCID 0000-0003-4665-6999;
- Grigory V. Zinoviev* — Cand. of Sci. (Med.), head of the surgical department of tumors of bones, soft tissues and skin, oncologist, associate professor of the department of additional professional education of the NMRC Oncology named after N. N. Petrova; Ministry of health of Russia; e-mail: zinovevgrigory@gmail.com; ORCID 0000-0003-1639-2443;
- Olga I. Baikalo* — Cand. of Sci. (Med.), oncologist, surgeon of the clinical diagnostic department of the NMRC Oncology named after N. N. Petrova; Ministry of health of Russia; e-mail: Oolgabajkalova@yandex.ru; ORCID 0000-0001-8225-5522;
- Stanislav L. Trofimov* — radiologist of the Department of Radiation Diagnostics of the NMRC Oncology named after N. N. Petrova; Ministry of health of Russia; e-mail: trofimov.stanislav@gmail.com; ORCID 0000-0002-5321-370X;
- Yaroslav P. Zorin* — Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Radiation Diagnostics, Medical Institute of St. Petersburg State University; e-mail: yzorin@mail.ru; ORCID 0000-0001-9260-5119;
- Vladimir V. Ryzanov* — Dr. of Sci. (Med.), Associate Professor, Head of the Department of Modern Methods of Diagnostics and Radiotherapy, St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of Russia, Professor of the Department of Radiology and Radiology with a course of ultrasound diagnostics of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «VMA named after. C. M. Kirov»; e-mail: 79219501454@yandex.ru; ORCID 0000-0002-0037-2854;
- Ilya A. Burovik* — Cand. of Sci. (Med.), Head of the Department of Radiation Diagnostics, senior researcher at the Scientific Department of Diagnostic and Interventional Radiology, radiologist of the NMRC Oncology named after N. N. Petrova; Ministry of health of Russia, department assistant of St-Petersburg State University; e-mail: burovick_ilya@mail.ru; ORCID 0000-0002-4714-1228;
- Sergey S. Bagnenko* — Dr. of Sci. (Med.), Assoc. Prof., Head of Scientific Department, Leading researcher of the NMRC Oncology named after N. N. Petrova; Ministry of health of Russia, Professor of the Department of Radiation Diagnostics and Biomedical Imaging of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of Russia; e-mail: bagnenko_ss@mail.ru; ORCID 0000-0002-4131-6293.

Вклад авторов: Все авторы подтверждают соответствие своего авторства, согласно международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределен следующим образом: концепция и план исследования — *Е. А. Бусько, Э. С. Любимская*; сбор и анализ данных — *Е. А. Бусько, Э. С. Любимская, К. В. Козубова, Р. А. Кадырлеев, Е. В. Костромина, П. Ю. Гришко, Г. В. Зиновьев, О. И. Байкалова, С. Л. Трофимов, Я. П. Зорин, В. В. Рязанов, И. А. Буровик, С. С. Багненко*; подготовка рукописи — *Е. А. Бусько, Э. С. Любимская, К. В. Козубова, Р. А. Кадырлеев, П. Ю. Гришко, И. А. Буровик, С. С. Багненко*.

Authors' contributions. All authors confirm their authorship according to the international ICMJE criteria (all authors made substantial contributions to the conception, research, and preparation of the article, and read and approved the final version before publication). Special contribution: concept and research plan — *EAB, ESL*; data collection and analysis — *EAB, ESL, KVK, RAK, EVK, PYG, GVZ, OIB, SLT, YPZ, VVR, IAB, SSB*; preparation of the manuscript — *EAB, ESL, KVK, RAK, PYG, IAB, SSB*.

Потенциальный конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Поступила/Received: 06.05.2024

Принята к печати/Accepted: 29.11.2024

Опубликована/Published: 29.12.2024

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Choi J.H., Ro J.Y. The 2020 WHO classification of tumors of soft tissue: selected changes and new entities // *Advances in anatomic pathology*. 2021. Vol. 28, No. 1. P. 44–58. doi: 10.1097/PAP.0000000000000284.
- Siegel R.L., Miller K.D., Jemal A. et al. Cancer statistics, 2019 // *CA Cancer J. Clin.* 2019. Vol. 69, No. 1. P. 7–34. doi: 10.3322/caac.21551.
- Cromb   A., Kind M., Fadli D. et al. Soft-tissue sarcoma in adults: Imaging appearances, pitfalls and diagnostic algorithms // *Diagnostic and Interventional Imaging*. 2023. Vol. 104. P. 207–220. https://doi.org/10.1016/j.diii.2022.12.001.
- Зайцев А.Н., Черная А.В., Ульянова Р.Х. и др. Выявление и дифференциация местного рецидива саркомы мягких тканей на фоне послеоперационных изменений с помощью эхографии // *Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия*. 2023. Т. 6, № 3. С. 24–31. [Zaitsev A.N., Chernaya A.V., Ulyanova R.Kh. et al. Detection and differentiation of local recurrence of soft tissue sarcoma against the background of postoperative changes using echography. *Oncological journal: radiation diagnostics, radiation therapy*, 2023, Vol. 6, No. 3, pp. 24–31 (In Russ.)]. doi: 10.37174/2587-7593-2023-6-3-24-31.
- Nakamura T., Matsumine A., Matsubara T. et al. The symptom-to-Diagnosis delay in soft tissue sarcoma influence the overall survival and the development of distant metastasis // *J. Surg. Oncol.* 2011. Vol. 104, No 7. P. 771–775. doi: 10.1002/js0.22006.
- Oettel D.J., Bernard S.A. Review of primary superficial soft tissue mesenchymal tumors of malignant or intermediate biological potential // *Skeletal Radiol.* 2023. Vol. 52. P. 435–445. doi: 10.1007/s00256-022-04127-0.
- Зиновьев Г.В., Гафтон Г.И., Новиков С.Н. и др. Результаты лечения локально-рецидивирующих сарком мягких тканей конечностей // *Вопросы онкологии*. 2018. Т. 64, № 3. С. 408–413. [Zinoviev G.V., Gafton G.I., Novikov S.N. et al. Results of treatment of locally recurrent soft tissue sarcomas of the extremities. *Oncology issues*, 2018, Vol. 64, No. 3, pp. 408–413 (In Russ.)]. https://doi.org/10.37469/0507-3758-2018-64-3.
- Ozturk M., Selcuk M.B., Polat A.V. et al. The diagnostic value of ultrasound and shear wave elastography in the differentiation of benign and malignant soft tissue tumors // *Skeletal Radiol.* 2020. Vol. 49. P. 1795–1805. doi: 10.1007/s00256-020-03492-y.

9. Cohen J. Riishede I., Carlsen J.F. et al. Can strain elastography predict malignancy of soft tissue tumors in a tertiary sarcoma center? // *Diagnostics*. 2020. Vol. 10, No. 3. P. 148. doi: <https://doi.org/10.3390/diagnostics10030148>.
10. Wu M., Ren A., Xu D. et al. Diagnostic performance of elastography in malignant soft tissue tumors: A systematic review and meta-analysis // *Ultrasound in Medicine & Biology*. 2021. Vol. 47, No. 4. P. 855–868. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2020.12.017>.
11. Кадырлеев Р.А., Багненко С.С., Бусько Е.А. и др. Мультипараметрическое ультразвуковое исследование с контрастным усилением кистозных образований почки в сопоставлении с методом компьютерной томографии // *Медицинская визуализация*. 2023. Т. 27, № 1. С. 89–98. [Kadyrleev R.A., Bagnenko S.S., Busko E.A. et al. Multiparametric ultrasound examination with contrast enhancement of cystic formations of the kidney in comparison with the computed tomography method. *Medical Visualization*, 2023, Vol. 27, No. 1, pp. 89–98 (In Russ.)]. doi: [10.24835/1607-0763-1251](https://doi.org/10.24835/1607-0763-1251).
12. Loizides A., Peer S., Plaikner M. et al. Perfusion pattern of musculoskeletal masses using contrast-enhanced ultrasound: a helpful tool for characterisation? // *European radiology*. 2012. Vol. 22. P. 1803–1811. doi: <https://doi.org/10.1007/s00330-012-2407-4>.
13. Wang P., Wu M., Li A. et al. Diagnostic value of contrast-enhanced ultrasound for differential diagnosis of malignant and benign soft tissue masses: a meta-analysis // *Ultrasound in Medicine & Biology*. 2020. Vol. 46, No. 12. P. 3179–3187. doi: [10.1016/j.ultrasmedbio.2020.08.011](https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2020.08.011).
14. Hu Y., Li A., Wu M. et al. Added value of contrast-enhanced ultrasound to conventional ultrasound for characterization of indeterminate soft-tissue tumors // *The British Journal of Radiology*. 2023. Vol. 96, No. 1141. P. 20220404. doi: <https://doi.org/10.1259/bjr.20220404>.
15. Зиновьев Г.В., Гафтон Г.И., Бусько Е.А. и др. Эффективность трепан-биопсии опухолей мягких тканей под контрастно-усиленной ультразвуковой навигацией // *Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи*. 2017. Т. 2. С. 32–38. [Zinoviev G.V., Gafton G.I., Busko E.A. et al. Efficiency of trephine biopsy of soft tissue tumors under contrast-enhanced ultrasound navigation. *Sarcomas of bones, soft tissues and skin tumors*, 2017, Vol. 2, pp. 32–38 (In Russ.)].
16. Daniels S.P., Mankowski Gittle L., Blankenbaker D.G. et al. Contrast-enhanced ultrasound-guided musculoskeletal biopsies: our experience and technique // *Skeletal Radiology*. 2021. Vol. 50. P. 673–681. doi: <https://doi.org/10.1007/s00256-020-03604-8>.
17. Сафин И.Р., Турсуметов Д.С., Родионова А.Ю. Саркомы мягких тканей: руководство для врачей. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2021. 112 с. [Safin I.R. Tursumetov D.S. Rodionova A.Yu. Soft tissue sarcomas: a guide for doctors. Moscow: Publishing house GEOTAR-Media, 2021, 112 p. (In Russ.)]. doi: [10.33029/9704-6361-1-SAR-2021-1-112](https://doi.org/10.33029/9704-6361-1-SAR-2021-1-112).
18. Berquist T.H., Ehman R.L., King B.F. et al. Value of MR imaging in differentiating benign from malignant soft-tissue masses: study of 95 lesions // *AJR. American Journal of Roentgenology*. 1990. Vol. 155, No. 6. P. 1251–1255. doi: <https://doi.org/10.2214/ajr.155.6.2122675>.
19. Pernas O.R., Aguirre H.N., Yeregui S.T. et al. Role of diffusion-weighted MR imaging in the initial diagnosis of soft tissue tumours // *Radiologia (English Edition)*. 2023. P. 2173–5107. doi: [10.1016/j.rxeng.2023.09.008](https://doi.org/10.1016/j.rxeng.2023.09.008).
20. Von Mehren M.M., Kane J.M., Agulnik et al. Soft tissue sarcoma, version 2.2022, NCCN clinical practice guidelines in oncology // *Journal of the National Comprehensive Cancer Network*. 2022. Vol. 20, No. 7. P. 815–833. doi: <https://doi.org/10.6004/jnccn.2022.0035>.
21. Kransdorf M.J., Murphey M.D. et al. ACR Appropriateness Criteria((R)) Soft-Tissue Masses // *J. Am. Coll. Radiol.* 2018. Vol. 15, No. 5. P. S189–97. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2018.03.012>.
22. Sedaghat S., Sedaghat M., Meschede J. et al. Diagnostic value of MRI for detecting recurrent soft-tissue sarcoma in a long-term analysis at a multidisciplinary sarcoma center // *BMC Cancer*. 2021. Vol. 21. P. 1–8. doi: <https://doi.org/10.1186/s12885-021-08113-y>.
23. Колобанова Е.С., Медведева Б.М. Возможности диффузионно-взвешенной МРТ в дифференциальной диагностике ранних рецидивов забрюшинных липосарком и послеоперационных изменений // *Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия*. 2021. Т. 4, № 3. С. 44–55 [Kolobanova E.S., Medvedeva B.M. Possibilities of Diffusion-Weighted MRI in the Differential Diagnosis of Early Recurrences of Retroperitoneal Liposarcomas and Postoperative Changes. *Journal of oncology: diagnostic radiology and radiotherapy*, 2021, Vol. 4, No. 3. P. 44–55. doi: <https://doi.org/10.37174/2587-7593-2021-4-3-44-55> (In Russ.)].
24. Goldman L.H., Perronne L., Alaia E.F. et al. Does magnetic resonance imaging after diagnostic ultrasound for soft tissue masses change clinical management? // *Journal of Ultrasound in Medicine*. 2021. Vol. 40, No. 8. P. 1515–1522. doi: [10.1002/jum.15529](https://doi.org/10.1002/jum.15529).
25. Singer A.D., Wong P., Umpierrez M. et al. The accuracy of a novel sonographic scanning and reporting protocol to survey for soft tissue sarcoma local recurrence // *Skeletal Radiol.* 2020. Vol. 49. P. 2039–2049. doi: [10.1007/s00256-020-03520-x](https://doi.org/10.1007/s00256-020-03520-x).
26. Gruber L., Loizides A., Luger A.K. et al. Soft-tissue tumor contrast enhancement patterns: diagnostic value and comparison between ultrasound and MRI // *American Journal of Roentgenology*. 2017. Vol. 208, No. 2. P. 393–401. doi: <https://doi.org/10.2214/AJR.16.16859>.

Открыта подписка на 1-е полугодие 2025 года.

Подписной индекс:

«Урал Пресс» (Пресса России) 014023