



© Э.С. Любимская¹, Е.А. Бусько^{1,2}, Г.В. Зиновьев¹, В.В. Щукин¹,
 А.Б. Гончарова², К.В. Козубова¹, П.Ю. Гришко¹, Л.М. Савельева¹, Р.А. Кадырлеев^{1,2},
 Е.И. Бусько³, А.А. Чеминава¹, И.А. Буровик^{1,2}, С.С. Багненко^{1,4}

Дифференциальная диагностика рецидивов сарком мягких тканей и послеоперационных изменений: сравнительный анализ эффективности контрастно-усиленного ультразвукового исследования и магнитно-резонансной томографии

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Петрова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Российская Федерация

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет», Санкт-Петербург, Российская Федерация

³Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Российская Федерация

⁴Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Российская Федерация

© Elvira S. Lyubinskaya¹, Ekaterina A. Busko^{1,2}, Grigory V. Zinovev¹, Vladimir V. Schukin¹,
 Anastasia B. Goncharova², Ksenia V. Kozubova¹, Pavel Yu. Grishko¹, Liya M. Saveleva¹,
 Roman A. Kadyrleev¹, Elena I. Busko³, Anna A. Cheminaeva¹, Ilya A. Burovick^{1,2}, Sergey S. Bagnenko^{1,4}

Differential Diagnostics of Soft Tissue Sarcoma Recurrence and Postoperative Changes: A Comparative Efficacy of Contrast-Enhanced Ultrasound versus Magnetic Resonance Imaging

¹N.N. Petrov National Medicine Research Center of Oncology, St. Petersburg, the Russian Federation

²St. Petersburg State University St. Petersburg, the Russian Federation

³Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, St. Petersburg, the Russian Federation

⁴St. Petersburg State Pediatric Medical University, St. Petersburg, the Russian Federation

Введение. Саркомы мягких тканей (СМТ) представляют значимую проблему в связи с высоким риском локальных рецидивов (ЛР) и отсутствием унифицированных алгоритмов наблюдения. Хотя магнитно-резонансная томография (МРТ) остается золотым стандартом диагностики, ее применение ограничено высокой стоимостью и сниженной информативностью у пациентов после лучевой терапии. Контрастно-усиленное ультразвуковое исследование (КУУЗИ), демонстрирующее точность выше, чем обычное УЗИ, представляет собой перспективную альтернативу.

Цель. Определить диагностическую эффективность КУУЗИ в сравнении с МРТ в диагностике послеоперационных изменений и ЛР.

Материалы и методы. В исследование вошли данные 43 пациентов с подозрением на ЛР, которым проводились КУУЗИ и МРТ. Референсным стандартом служило гистологическое исследование. Статистический анализ выполнен с использованием пакета специализированных программ, значимыми считались различия при $p < 0,05$, рассчитаны показатели диагностической эффективности, а также построены ROC-кривые.

Результаты. Нами определены статистически значимые ($p < 0,05$) ультразвуковые и МР-критерии для ЛР и послеоперационных изменений (ПО). При ЛР такими оказались:

Introduction. Soft tissue sarcomas (STS) present a considerable clinical challenge due to their high risk of local recurrence (LR) and the absence of standardized surveillance protocols. Although MRI remains the gold standard for diagnosis, its utility is limited by high costs and reduced diagnostic accuracy in patients following radiation therapy. Contrast-enhanced ultrasound (CEUS), which demonstrates greater accuracy than conventional ultrasound, represents a promising alternative.

Aim. To evaluate the diagnostic performance of CEUS compared to MRI in differentiating postoperative changes from LR diagnostics.

Materials and Methods. This study included 43 patients with suspected LR who underwent both CEUS and MRI. Histopathological analysis served as the reference standard. Statistical analyses were conducted using specialized software packages, with a significance threshold set at $p < 0.05$. Diagnostic performance metrics were calculated, and receiver operating characteristic (ROC) curves were generated.

Results. We identified statistically significant ($p < 0.05$) ultrasonographic and MRI criteria for distinguishing LR from postoperative changes (PO). LR was characterized by structural

структурные включения и гиперэхогенный ореол, гиперваскулярный, смешанный кровоток и спиралевидный паттерн контрастного усиления (КУ) с 3-м типом кинетической кривой. В то же время ПО характеризовались гиперэхогенной однородной структурой, кистозными включениями, аваскулярностью и аконтрастностью с отсутствием кинетической кривой. Примечательно, что локализация, форма, контуры и жесткость не имели значения для дифференциальной диагностики ЛР и ПО ($p > 0,05$). В свою очередь, при МРТ ЛР чаще имел солидную или кистозно-солидную структуру с зонами некроза, а также выраженное неоднородное КУ, тогда как для ПО были типичны жидкостная структура, фиброз, взаимосвязь с сосудами или костью, слабое линейное или гомогенное КУ ($p < 0,05$). Диагностическая эффективность для КУУЗИ составила: чувствительность — 90,0 %, специфичность — 92,3 %, AUC — 0,911. Для МРТ показатели были следующими: чувствительность — 93,3 %, специфичность — 92,3 %, AUC — 0,928.

Заключение. КУУЗИ и МРТ следует рассматривать как взаимодополняющие, а не конкурирующие методы. Их рациональное сочетание, учитывающее клиническую ситуацию и доступность, позволяет достигать оптимальных результатов в диагностике ЛР. Дальнейшее совершенствование ультразвуковых методик и накопление клинического опыта позволят оптимизировать алгоритмы обследования, обеспечивая своевременное выявление ЛР и улучшая прогноз пациентов.

Ключевые слова: саркома мягких тканей; локальный рецидив сарком мягких тканей; контрастно-усиленное ультразвуковое исследование; магнитно-резонансная томография

Для цитирования: Любимская Э.С., Бусько Е.А., Зиновьев Г.В., Шукин В.В., Гончарова А.Б., Козубова К.В., Гришко П.Ю., Савельева Л.М., Кадырлеев Р.А., Бусько Е.И., Чеминава А.А., Буровик И.А., Багненко С.С. Дифференциальная диагностика рецидивов сарком мягких тканей и послеоперационных изменений: сравнительный анализ эффективности контрастно-усиленного ультразвукового исследования и магнитно-резонансной томографии. *Вопросы онкологии*. 2025; 71(4): 819-831.-DOI: 10.37469/0507-3758-2025-71-4-OF-2443

✉ Контакты: Любимская Эльвира Сергеевна, elialiubimskaia@gmail.com

Введение

Саркомы мягких тканей (СМТ) представляют собой гетерогенную группу злокачественных новообразований, объединенных мезенхимальным происхождением, демонстрирующих разнообразие гистологических и молекулярно-генетических подтипов. Несмотря на крайне низкую распространенность в общей структуре онкологических заболеваний (менее 1 %), СМТ остаются объектом пристального внимания в связи с агрессивным течением, высоким риском локальных рецидивов (ЛР) и отсутствием унифицированных алгоритмов динамического наблюдения [1–2].

Прогноз при СМТ определяется сложным взаимодействием множества факторов, включая гистологическую степень злокачественности, адекватность хирургических краев резекции, первичную локализацию опухоли, возраст пациента и наличие отдаленных метастазов [3]. Однако особую клиническую значимость имеет ЛР, который, по данным различных исследований, возникает в 6,5–25 % случаев и оказывает

негативное влияние на общую выживаемость больных [3–6]. Своевременная диагностика ЛР имеет важное значение и влияет на прогноз пациентов, однако в настоящее время не существует общепринятого консенсуса относительно оптимальных сроков и методов инструментального контроля за зоной вмешательства после удаления СМТ. При этом большинство международных рекомендаций отдают предпочтение магнитно-резонансной томографии (МРТ), которая занимает позицию золотого стандарта благодаря своей высокой чувствительности (до 92 %) и специфичности (до 98 %) по данным различных авторов [7–8]. Однако клиническая практика сталкивается с ограничениями МРТ, такими как снижение информативности при оценке изменений после лучевой терапии (чувствительность снижается до 86 %), проблемы с визуализацией при наличии металлических имплантов, а также высокая стоимость и ограниченная доступность во многих регионах [8–9]. В то же время ультразвуковое исследование (УЗИ) выступает более доступной

Conclusion. CEUS and MRI should be regarded as complementary rather than competing modalities. Their strategic integration, guided by clinical context and resource availability, facilitates optimal LR detection. Continued technical refinement of ultrasound methodologies and accumulation of clinical experience will further optimize surveillance protocols, enabling earlier LR detection and improving patient prognosis.

Keywords: soft tissue sarcoma; local recurrence of soft tissue sarcomas; contrast-enhanced ultrasound; magnetic resonance imaging

For Citation: Elvira S. Lyubimskaya, Ekaterina A. Busko, Grigory V. Zinovev, Vladimir V. Schukin, Anastasia B. Goncharova, Ksenia V. Kozubova, Pavel Y. Grishko, Lia M. Savelyeva, Roman A. Kadyrleev, Elena I. Busko, Anna A. Cheminaeva, Ilya A. Burovick, Sergey S. Bagnenko. Differential diagnostics of soft tissue sarcoma recurrence and postoperative changes: a comparative efficacy of contrast-enhanced ultrasound versus magnetic resonance imaging. *Voprosy Onkologii = Problems in Oncology*. 2025; 71(4): 819-831.-DOI: 10.37469/0507-3758-2025-71-4-OF-2443

и не менее эффективной альтернативой. По данным проспективного моноцентрового исследования MUSTT с участием 37 пациентов, было продемонстрировано, что диагностическая точность УЗИ практически не уступает МРТ (площадь под ROC-кривой (AUC) для УЗИ — 0,909 (95 % ДИ: 0,832–0,981), а для МРТ AUC — 0,966 (95 % ДИ: 0,939–0,989) [10].

Особый интерес представляет методика контрастно-усиленного ультразвукового исследования (КУУЗИ), которая существенно расширяет диагностические возможности УЗИ, позволяя визуализировать особенности ангиоархитектоники с динамической оценкой перфузии опухоли, а также определять более информативные участки для прицельной биопсии [11]. Последние исследования, включая работу китайских коллег 2023 г. с выборкой в 104 пациента, показывают значительное улучшение диагностических показателей УЗИ при использовании контрастного

усиления (КУ): чувствительность увеличилась с 73 до 94 %, а специфичность — с 82 до 90,7 % [12]. Аналогичные результаты были получены и в отечественной работе 2025 г., где применение эхоконтраста для диагностики опухолей мягких тканей позволило повысить чувствительность метода с 82 до 94 %, а специфичность — с 61 до 88 % [13].

Несмотря на потенциальные преимущества эхоконтрастирования, на данный момент отсутствуют исследования, изучающие его роль в диагностике ЛР, а также сравнивающие КУУЗИ и МРТ, что создает необходимость в дополнительных исследованиях и определяет цель нашей работы — определить диагностическую эффективность контрастно-усиленного ультразвукового исследования и провести сравнительную оценку с эффективностью магнитно-резонансной томографии в диагностике послеоперационных изменений и локальных рецидивов.

Таблица 1. Распределение случаев по результатам гистологического исследования

Гистологическое заключение	n; %
Локальный рецидив саркомы мягких тканей	
Миксоидная липосаркома	12; 27,9 %
Плеоморфная недифференцированная саркома	4; 9,3 %
Синовиальная саркома	2; 4,7 %
Злокачественная солитарная фиброзная опухоль	2; 4,7 %
Фибросаркома	3; 7,0 %
Миксофибросаркома	3; 7,0 %
Лейомиосаркома	2; 4,7 %
Внескелетная остеосаркома	2; 4,7 %
Послеоперационные изменения	
Малоклеточный фиброз	7; 16,0 %
Фиброз, ангиоматоз, лимфогистиоцитарная воспалительная инфильтрация	3; 7,0 %
Фиброз, гиалиноз, атрофия мышечных волокон, хроническая воспалительная инфильтрация	3; 7,0 %
Всего	43; 100 %

Table 1. Case distribution based on histopathological examination findings

Histopathological Diagnosis	n; %
Local recurrence of soft tissue sarcoma	
Myxoid liposarcoma	12; 27.9 %
Pleomorphic undifferentiated sarcoma	4; 9.3 %
Synovial sarcoma	2; 4.7 %
Malignant solitary fibrous tumor	2; 4.7 %
Fibrosarcoma	3; 7.0 %
Myxofibrosarcoma	3; 7.0 %
Leiomyosarcoma	2; 4.7 %
Extraskeletal osteosarcoma	2; 4.7 %
Postoperative changes	
Mild fibrosis	7; 16.0 %
Fibrosis. angiomatosis. lymphohistiocytic inflammatory infiltration	3; 7.0 %
Fibrosis. hyalinosis. muscle fiber atrophy. chronic inflammatory infiltration	3; 7.0 %
Total	43; 100 %

Материалы и методы

Настоящее исследование основано на ретроспективном анализе данных 31 пациента, которые находились под динамическим наблюдением после ранее перенесенного хирургического лечения СМТ в период 2015–2018 гг., и проспективной части, в которую вошли 12 больных, прошедших исследование с 2023 по 2024 г. Таким образом, в исследование вошли 43 пациента, которые были разделены, согласно данным гистологического исследования, на две группы:

1. Пациенты с локальным рецидивом саркомы мягких тканей ($n = 30$).

2. Пациенты с послеоперационными изменениями ($n = 13$).

Гистологическое распределение представлено в табл. 1.

Все пациенты находились под динамическим наблюдением с проведением комбинированного мониторинга, включавшего КУУЗИ и МРТ с внутривенным контрастированием. Ультразвуковое исследование выполнялось на аппаратах экспертного класса (Hi Vision Ascendus, Canon Aplio i800 и GE Logiq E10) с линейными датчиками 7,5–13 МГц, с оценкой структурных характеристик в В-режиме, характера васкуляризации в режиме цветного доплеровского картирования (ЦДК), параметров жесткости в режиме компрессионной соноэластографии (СЭГ) и особенностей перфузии в режиме контрастного усиления (КУ), с использованием 2,4 мл препарата «Гексафторид серы». Интерпретация режима КУ проводилась согласно методике, которая предусматривала анализ пяти паттернов накопления контрастного вещества и трех типов кинетических кривых [14]. МРТ выполнялась на аппаратах GE Signa Artist 1,5 Тл, GE Signa Excite HD 1,5 Тл и SIEMENS MAGNETOM Aera 1,5 Тл по стандартизованному протоколу, включавшему базовые последовательности (T1- и T2-взвешенные изображения и постконтрастные серии). Анализ проводили на основании описательной части МР-протокола, в которой отражались структурные и сигнальные характеристики послеоперационной области. Важно подчеркнуть, что во всех случаях диагноз подтверждался гистологически, что обеспечивало надежный референтный стандарт для оценки эффективности методов визуализации.

Статистический анализ. Первичная систематизация данных осуществлялась в Microsoft Excel, статистический анализ выполнен с использованием языка R: для качественных переменных — точный критерий Фишера или критерий χ^2 . Для количественных данных применялся t-критерий Стьюдента или U-критерий Манна —

Уитни, в зависимости от распределений совокупностей. Рассчитаны показатели диагностической эффективности с 95 %-ными доверительными интервалами (ДИ). Для сравнительной оценки методов использован ROC-анализ с расчетом площади под кривой (AUC). Статистически значимыми считались различия при $p < 0,05$.

Результаты

В исследование включили 43 пациента (11 мужчин и 32 женщины), находившихся под динамическим наблюдением после хирургического лечения СМТ, средний возраст больных составил 61 год ($59,5 \pm 13,7$ лет — у мужчин, $61,3 \pm 14,5$ лет — у женщин). Поскольку данные о размерах не имели нормального статистического распределения, для их описания использовалась медиана, которая составила $30 \pm 29,1$ мм в обеих группах (в группе ПО изменений — $35 \pm 30,9$ мм, в группе ЛР — $30 \pm 20,6$ мм). Для оценки диагностической значимости ультразвуковых признаков они были систематизированы и сопоставлены с данными гистологического исследования, что отражено в табл. 2.

Анализ табл. 2 показал, что к статистически значимым ультразвуковым признакам ЛР относятся: в В-режиме структурные включения (перегородки, гиперэхогенные овальные включения, кальцинаты и линейная исчерченность) и наличие гиперэхогенного ореола, гипervasкулярные типы кровотока в режиме ЦДК, спиралевидный паттерн КУ и 3 тип кинетической кривой при эхоконтрастировании ($p < 0,05$). В свою очередь, статистически значимыми ультразвуковыми критериями, ассоциированными с ПО, стали: в В-режиме — гиперэхогенная структура, равномерно однородная архитектура и кистозные включения, в режиме ЦДК — аваскулярность, при эхоконтрастировании — аконтрастность и отсутствие кинетической кривой ($p < 0,05$).

Примечательно, что такие параметры, как локализация, форма, контуры и жесткость образований, не продемонстрировали статистически значимых различий между сравниваемыми группами ($p > 0,05$). Аналогичный анализ был выполнен для результатов МРТ (табл. 3).

Таким образом, статистически значимыми МР-критериями, ассоциированными с ЛР, стали: солидная равномерная структура, наличие кистозно-солидных компонентов и участков некроза, а также выраженное и неоднородное контрастное усиление ($p < 0,05$). В свою очередь, для ПО-изменений оказались характерны жидкостная равномерная структура, фиброзные изменения, слабое линейное или однородное КУ и связь с сосудистыми и костными структурами ($p < 0,05$).

Таблица 2. Корреляция ультразвуковых признаков с гистологическим заключением

Параметр визуализации	Характеристика признака	Локальный рецидив саркомы мягких тканей (n = 30)	Послеоперационные изменения (n = 13)	Всего (n = 43)	p
Локализация	Нижняя конечность	18 (60,0 %)	9 (69,2 %)	27 (62,8 %)	p > 0,05
	Верхняя конечность	8 (26,7 %)	2 (15,4 %)	10 (23,3 %)	
	Туловище	4 (13,3 %)	2 (15,4 %)	6 (14,0 %)	
Эхогенность	Гипоэхогенный	27 (90,0 %)	11 (84,6 %)	38 (88,4 %)	p < 0,05
	Гиперэхогенный	0 (0 %)	2 (15,4 %)	2 (4,7 %)	
	Изоэхогенный	3 (10,0 %)	0 (0 %)	3 (7,0 %)	
Структура	Равномерно однородна	0 (0 %)	2 (15,4 %)	2 (4,7 %)	p < 0,05
	Равномерно Неоднородна	21 (70,0 %)	9 (69,2 %)	30 (69,8 %)	
	Линейная исчерченность	1 (3,3 %)	0 (0 %)	1 (2,3 %)	
	Кистозные включения	0 (0 %)	2 (15,4 %)	2 (4,7 %)	
	Кальцинаты	1 (3,3 %)	0 (0 %)	1 (2,3 %)	
	Перегородки	5 (16,7 %)	0 (0 %)	5 (11,6 %)	
	Гиперэхогенные овальные включения	2 (6,7 %)	0 (0 %)	2 (4,7 %)	
Форма	Овальная	7 (23,3 %)	1 (7,7 %)	8 (18,6 %)	p > 0,05
	Неправильная	23 (76,7 %)	12 (92,3 %)	35 (81,4 %)	
Контур	Ровный, четкий	7 (23,3 %)	2 (15,4 %)	9 (20,9 %)	p > 0,05
	Неровный, бугристый	5 (16,7 %)	0 (0 %)	5 (11,6 %)	
	Неровный, нечеткий	18 (60,0 %)	11 (84,6 %)	29 (67,4 %)	
Гиперэхогенный ореол	Да	23 (76,7 %)	0 (0 %)	23 (53,5 %)	p < 0,05
	Нет	7 (23,3 %)	13 (100 %)	20 (46,5 %)	
ЦДК	Аваскулярный	1 (3,3 %)	7 (53,8 %)	8 (18,6 %)	p < 0,05
	Единичный локус (перинодулярный)	5 (16,7 %)	2 (15,4 %)	7 (16,3 %)	
	Единичный локус, интранодулярный	14 (46,7 %)	4 (30,8 %)	18 (41,9 %)	
	Гиповаскулярный, перинодулярный	2 (6,7 %)	0 (0 %)	2 (4,7 %)	
	Гиповаскулярный, интранодулярный	5 (16,7 %)	0 (0 %)	5 (11,6 %)	
	Гиперваскулярный, перинодулярный	5 (16,7 %)	0 (0 %)	5 (11,6 %)	
	Гиперваскулярный, смешанный	5 (16,7 %)	0 (0 %)	5 (11,6 %)	
СЭГ	2 эластотип	16 (53,3 %)	8 (61,5 %)	24 (55,8 %)	p > 0,05
	3 эластотип	7 (23,3 %)	5 (38,5 %)	12 (27,9 %)	
	4 эластотип	5 (16,7 %)	0 (0 %)	5 (11,6 %)	
	5 эластотип	2 (6,7 %)	0 (0 %)	2 (4,7 %)	
Паттерн КУ	Аконтрастно	0 (0 %)	9 (69,2 %)	9 (20,9 %)	p < 0,05
	Кольцевидный паттерн КУ	2 (6,7 %)	0 (0 %)	2 (4,7 %)	
	Древовидный паттерн КУ	0 (0 %)	2 (15,4 %)	2 (4,7 %)	
	Спикулообразный паттерн КУ	3 (10,0 %)	0 (0 %)	3 (7,0 %)	
	Спиралевидный паттерн КУ	25 (83,3 %)	2 (15,4 %)	27 (62,8 %)	
Тип кинетической кривой	Отсутствует	0 (0 %)	9 (69,2 %)	9 (20,9 %)	p < 0,05
	Тип 2	6 (20,0 %)	2 (15,4 %)	8 (18,6 %)	
	Тип 3	24 (80,0 %)	2 (15,4 %)	26 (60,5 %)	

Table 2. Correlation between ultrasound features and histopathological findings

Imaging parameter	Feature characteristic	Local recurrence (n = 30)	Postoperative changes (n = 13)	Total (n = 43)	p-value
Localization	Lower limb	18 (60.0 %)	9 (69.2 %)	27 (62.8 %)	p > 0.05
	Upper limb	8 (26.7 %)	2 (15.4 %)	10 (23.3 %)	
	Trunk	4 (13.3 %)	2 (15.4 %)	6 (14.0 %)	
Echogenicity	Hypoechoic	27 (90.0 %)	11 (84.6 %)	38 (88.4 %)	p < 0.05
	Hyperechoic	0 (0 %)	2 (15.4 %)	2 (4.7 %)	
	Isoechoic	3 (10.0 %)	0 (0 %)	3 (7.0 %)	
Structure	Uniformly homogeneous	0 (0 %)	2 (15.4 %)	2 (4.7 %)	p < 0.05
	Uniformly Heterogeneous	21 (70.0 %)	9 (69.2 %)	30 (69.8 %)	
	Linear striation	1 (3.3 %)	0 (0 %)	1 (2.3 %)	
	Cystic inclusions	0 (0 %)	2 (15.4 %)	2 (4.7 %)	
	Calcifications	1 (3.3 %)	0 (0 %)	1 (2.3 %)	
	Septa	5 (16.7 %)	0 (0 %)	5 (11.6 %)	
	Hyperechoic oval inclusions	2 (6.7 %)	0 (0 %)	2 (4.7 %)	
Form	Oval	7 (23.3 %)	1 (7.7 %)	8 (18.6 %)	p > 0.05
	Irregular	23 (76.7 %)	12 (92.3 %)	35 (81.4 %)	
Circuit	Smooth, clear	7 (23.3 %)	2 (15.4 %)	9 (20.9 %)	p > 0.05
	Uneven, bumpy	5 (16.7 %)	0 (0 %)	5 (11.6 %)	
	Uneven, fuzzy	18 (60.0 %)	11 (84.6 %)	29 (67.4 %)	
Hyperechoic halo	Present	23 (76.7 %)	0 (0 %)	23 (53.5 %)	p < 0.05
	Absent	7 (23.3 %)	13 (100 %)	20 (46.5 %)	
Color Doppler	Avascular	1 (3.3 %)	7 (53.8 %)	8 (18.6 %)	p < 0.05
	Single Locus (Perinodular)	5 (16.7 %)	2 (15.4 %)	7 (16.3 %)	
	Single Locus, Intranodular	14 (46.7 %)	4 (30.8 %)	18 (41.9 %)	
	Hypovascular, Perinodular	2 (6.7 %)	0 (0 %)	2 (4.7 %)	
	Hypovascular, Intranodular	5 (16.7 %)	0 (0 %)	5 (11.6 %)	
	Hypervascular, Perinodular	5 (16.7 %)	0 (0 %)	5 (11.6 %)	
	Hypervascular, Mixed	5 (16.7 %)	0 (0 %)	5 (11.6 %)	
CE	2 Elastotype	16 (53.3 %)	8 (61.5 %)	24 (55.8 %)	p > 0.05
	3 Elastotype	7 (23.3 %)	5 (38.5 %)	12 (27.9 %)	
	4 Elastotype	5 (16.7 %)	0 (0 %)	5 (11.6 %)	
	5 Elastotype	2 (6.7 %)	0 (0 %)	2 (4.7 %)	
CEUS pattern	Acontrasting	0 (0 %)	9 (69.2 %)	9 (20.9 %)	p < 0.05
	Annular Pattern Of KU	2 (6.7 %)	0 (0 %)	2 (4.7 %)	
	Dendriform Pattern Of KU	0 (0 %)	2 (15.4 %)	2 (4.7 %)	
	Spiculate Pattern Of KU	3 (10.0 %)	0 (0 %)	3 (7.0 %)	
	Spiral Pattern Of KU	25 (83.3 %)	2 (15.4 %)	27 (62.8 %)	
Kinetic curve type	Absent	0 (0 %)	9 (69.2 %)	9 (20.9 %)	p < 0.05
	Type 2	6 (20.0 %)	2 (15.4 %)	8 (18.6 %)	
	Type 3	24 (80.0 %)	2 (15.4 %)	26 (60.5 %)	

Таблица 3. Корреляция МР-признаков с гистологическим заключением

МР-Признак	Характеристика признака	Локальный рецидив саркомы мягких тканей (n = 30)	Послеоперационные изменения (n = 13)	Всего (n = 43)	p
Форма	Овальная	8 %; 27 %	0; 0 %	8; 19 %	p > 0,05
	Неправильная	22; 73 %	13; 100 %	35; 81 %	
Контур	Ровный, четкий	10; 33 %	9; 69 %	19; 44 %	p > 0,05
	Неровный, нечеткий	20; 67 %	4; 31 %	24; 56 %	
Структура	Солидная, равномерная	18; 60 %	0; 0 %	18; 42 %	p < 0,05
	Жидкостная, равномерная	2; 7 %	7; 54 %	9; 21 %	
	Неравномерная за счет перегородок, септ	4; 13 %	0; 0 %	4; 9 %	
	Неравномерная за счет кровоизлияний, некроза	2; 7 %	0; 0 %	2; 5 %	
	Кистозно-солидная	4; 13 %	0; 0 %	4; 9 %	
	Фиброзные изменения	0	6; 46 %	6; 14 %	
Признаки отека окружающих тканей	Есть	18; 60 %	9; 69 %	27; 63 %	p > 0,05
	Нет	12; 40 %	4; 31 %	16; 37 %	
Связь с сосудистыми, костными структурами	Есть	0; 0 %	4; 31 %	4; 9 %	p < 0,05
	Нет	30; 100 %	9; 69 %	39; 91 %	
Интенсивность контрастирования	Слабое контрастное усиление	2; 7 %	9; 69 %	11; 26 %	p < 0,05
	Умеренное контрастное усиление	6; 20 %	4; 31 %	10; 23 %	
	Выраженное контрастное усиление	22; 73 %	0; 0 %	22; 51 %	
Характер контрастирования	Линейное	2; 7 %	7; 54 %	9; 21 %	p < 0,05
	Однородное	0; 0 %	6; 46 %	6; 14 %	
	Неоднородное	26; 86 %	0; 0 %	26; 60 %	
	Периферическое	2; 7 %	0; 0 %	2; 5 %	

Table 3. Correlation between MRI features and histopathological findings

Imaging parameter	Feature characteristic	Local recurrence (n = 30)	Postoperative changes (n = 13)	Total (n = 43)	p-value
Form	Oval	8 %; 27 %	0; 0 %	8; 19 %	p > 0.05
	Irregular	22; 73 %	13; 100 %	35; 81 %	
Contour	Smooth. clear	10; 33 %	9; 69 %	19; 44 %	p > 0.05
	Uneven. fuzzy	20; 67 %	4; 31 %	24; 56 %	
Structure	Solid. uniform	18; 60 %	0; 0 %	18; 42 %	p < 0.05
	Liquid. uniform	2; 7 %	7; 54 %	9; 21 %	
	Uneven due to partitions. septa	4; 13 %	0; 0 %	4; 9 %	
	Uneven due to hemorrhages. necrosis	2; 7 %	0; 0 %	2; 5 %	
	Cystic-solid	4; 13 %	0; 0 %	4; 9 %	
	Fibrous changes	0	6; 46 %	6; 14 %	
Signs of swelling of surrounding tissues	Present	18; 60 %	9; 69 %	27; 63 %	p > 0.05
	Absent	12; 40 %	4; 31 %	16; 37 %	
Connection with vascular. bone structures	Present	0; 0 %	4; 31 %	4; 9 %	p < 0.05
	Absent	30; 100 %	9; 69 %	39; 91 %	
Contrast intensity	Weak contrast enhancement	2; 7 %	9; 69 %	11; 26 %	p < 0.05
	Moderate contrast enhancement	6; 20 %	4; 31 %	10; 23 %	
	Pronounced contrast enhancement	22; 73 %	0; 0 %	22; 51 %	
Character of contrast	Linear	2; 7 %	7; 54 %	9; 21 %	p < 0.05
	Homogeneous	0; 0 %	6; 46 %	6; 14 %	
	Heterogeneous	26; 86 %	0; 0 %	26; 60 %	
	Peripheral	2; 7 %	0; 0 %	2; 5 %	

При этом такие параметры, как форма образований, характер контуров и наличие отека окружающих тканей не показали статистически значимых различий между сравниваемыми группами ($p > 0,05$).

Для демонстрации типичных параметров визуализации ЛР, выявленных в ходе настоящего исследования при КУУЗИ (рис. 1) и МРТ (рис. 2), представлено клиническое наблюдение

№ 1: пациентка, 38 лет, после хирургического лечения экстраплевральной солитарной фиброзной опухоли правого бедра в 2017 г., через 6 мес. после операции проведено плановое обследование.

Пациентке выполнено иссечение образования, по результатам гистологического исследования — рецидив злокачественной экстраплевральной солитарной фиброзной опухоли в рубце.

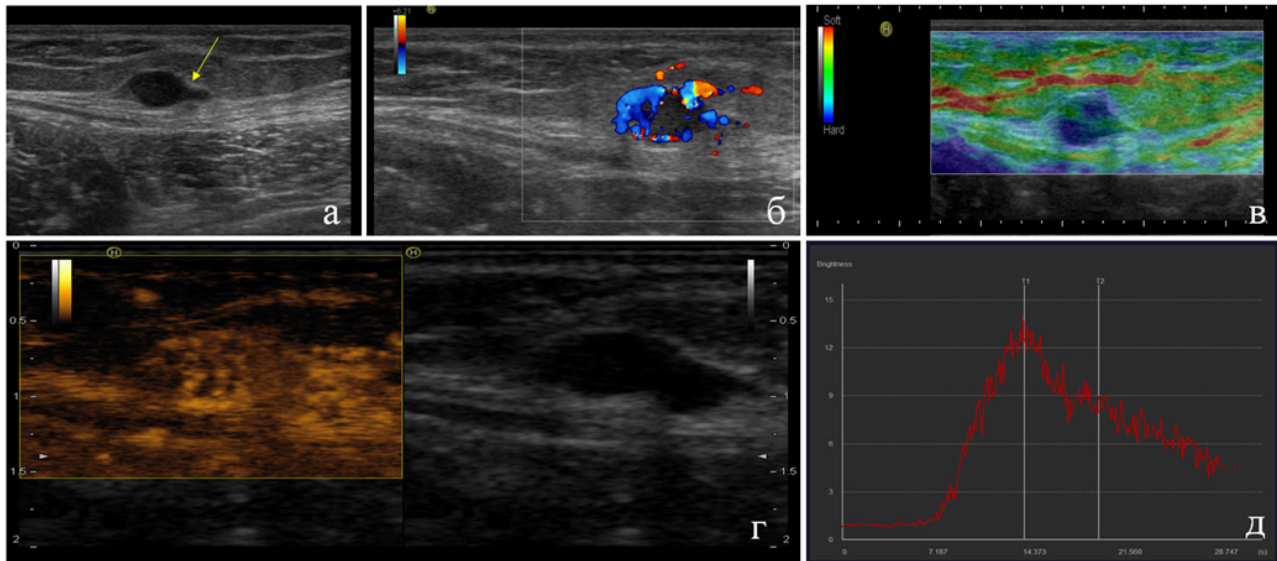


Рис. 1. Результат КУУЗИ мягких тканей правого бедра: А — В-режим: гипохойное образование неправильной формы с четкими, ровными контурами, равномерно неоднородной структуры с гиперэхогенным ореолом (стрелка); Б — режим ЦДК: гиперваскулярный перинодулярный кровоток; В — режим СЭГ: 4-й эластотип (высокая жесткость); Г — режим КУ: 5-й паттерн (спиралевидный); Д — режим КУ: 3-й тип кинетической кривой

Fig. 1. CEUS findings of a right thigh soft tissue mass. (A) B-mode: Hypoechoic, irregularly shaped lesion with well-defined smooth margins and heterogeneous internal architecture, surrounded by a hyperechoic halo (arrow). (B) Color Doppler: Hypervascular perinodular flow distribution. (C) Strain elastography: Type 4 elastographic pattern, indicative of high tissue stiffness. (D) CEUS: spiral-shaped enhancement pattern (pattern 5). (E) E-CEUS: Type 3 kinetic profile

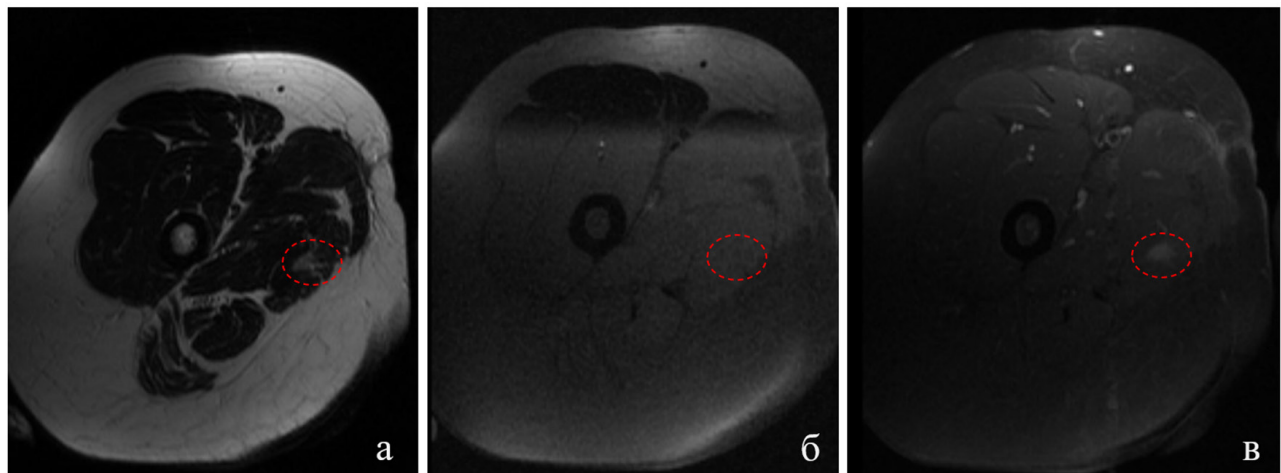


Рис. 2. Результат МРТ правого бедра: А — T2-FS tra; Б — T1-FS tra (до внутривенного введения контрастного препарата); В — T1-FS tra CE (после внутривенного введения контрастного препарата). На уровне оперативного вмешательства определяется узловое образование в большой приводящей мышце с нечеткими, неровными контурами с выраженным неоднородным накоплением парамагнетика (красный круг), структура образования солидная, равномерная, признаков отека окружающей ткани и очагов деструкции костной ткани не выявлено

Fig. 2. MRI findings of the right thigh. (A) T2-FS axial sequence; (B) T1-FS axial sequence (pre-contrast administration); (C) T1-FS axial post-contrast sequence. At the surgical site, a nodular lesion within the adductor magnus muscle demonstrates poorly defined, irregular margins (red circle) with intense heterogeneous paramagnetic contrast enhancement. The lesion maintains solid, homogeneous internal architecture without evidence of perilesional tissue edema or adjacent osseous destruction

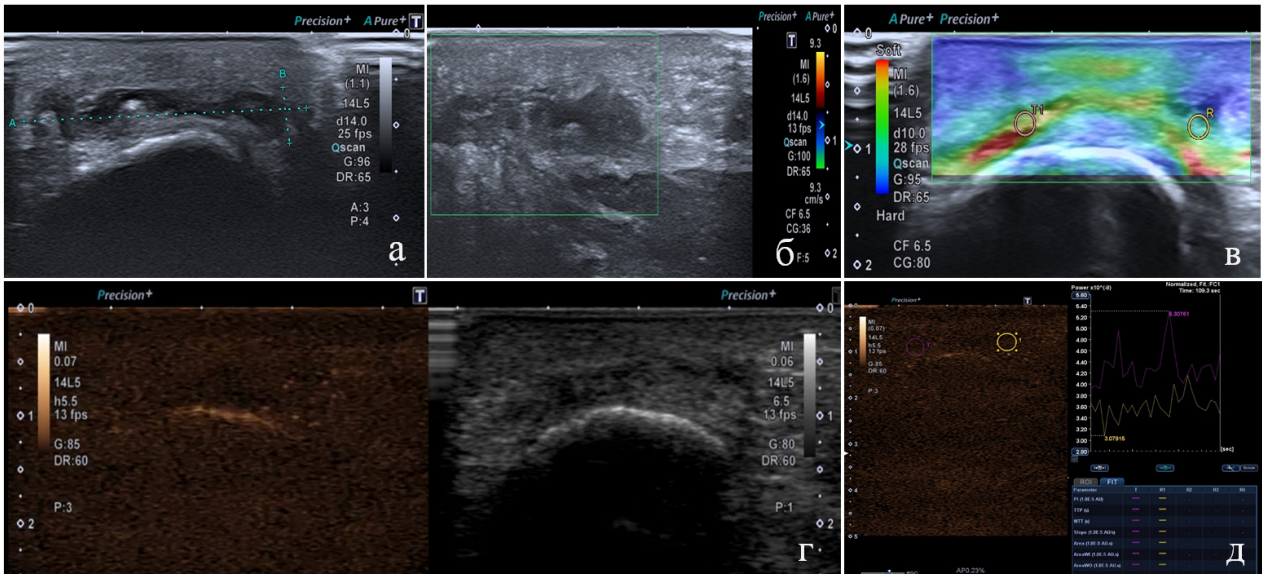


Рис. 3. Результат КУУЗИ мягких тканей правой стопы: А — В-режим: гипозоногенный участок неправильной формы с четкими, ровными контурами, равномерно неоднородной структуры, без гиперэхогенного ореола; Б — режим ЦДК: аваскулярно; В — режим СЭГ: 2-й эластотип (эластичное); Г — режим КУ: аконтрастность; Д — режим КУ: кинетическая кривая не строится

Fig. 3. CEUS evaluation of a right foot soft tissue lesion. (A) B-mode imaging reveals a hypoechoic, irregularly shaped area with well-defined smooth margins and heterogeneous internal architecture, lacking a hyperechoic halo. (B) Color Doppler: Avascular. (B) Strain elastography: Type 2 elastographic pattern (elastic). (Г) CEUS: No contrast enhancement. (Д) CEUS: Kinetic curve not obtained

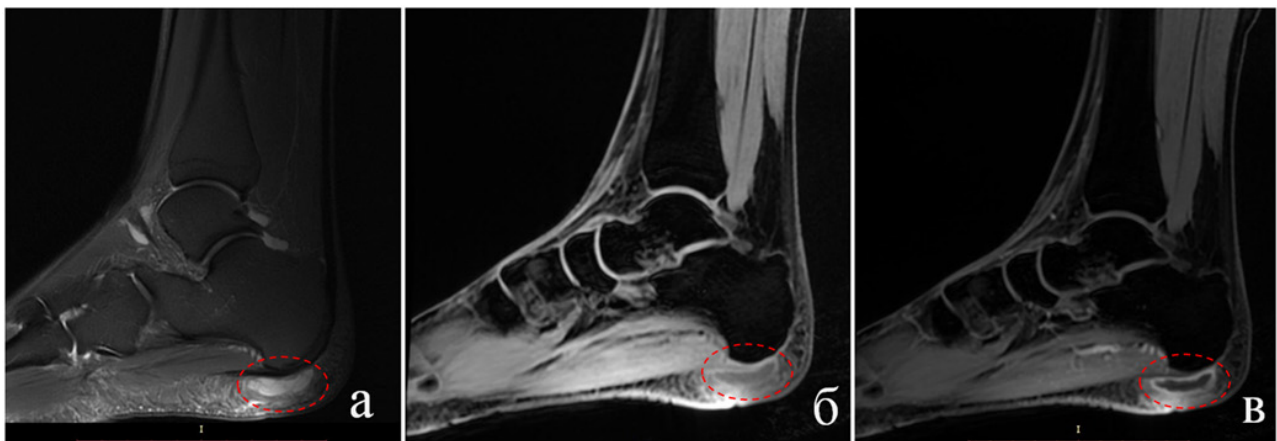


Рис. 4. Результат МРТ правой стопы: А — T2-FS Sag; Б — T1-FS Sag (до внутривенного введения контрастного препарата); В — T1-FS Sag CE (после внутривенного введения контрастного препарата). В подкожной жировой клетчатке пяточной области вдоль плантарного апоневроза на уровне пяточного бугра визуализируется образование (красный круг) с четкими, ровными контурами, структура жидкостная, равномерная, с выраженным накоплением контрастного препарата по периферии. Отмечается отек окружающей клетчатки. Образование прилежит к плантарному апоневрозу, МР-сигнал от него и пяточного бугра не изменены

Fig. 4. MRI of the right foot. (A) T2-FS sagittal sequence; (B) T1-FS sagittal sequence (pre-contrast); (C) T1-FS sagittal post-contrast sequence. A well-circumscribed lesion with smooth margins is identified within the subcutaneous adipose tissue of the heel region, situated along the plantar aponeurosis at the level of the calcaneal tuberosity (red circle). The lesion exhibits fluid-signal intensity with homogeneous internal architecture and demonstrates prominent peripheral contrast enhancement. Associated edema is present in the surrounding adipose tissue. The lesion abuts the plantar aponeurosis without evidence of abnormal signal intensity in either the lesion or the adjacent calcaneal tuberosity

Для демонстрации типичных параметров визуализации ПО, выявленных в ходе настоящего исследования при КУУЗИ (рис. 3) и МРТ (рис. 4), представлено клиническое наблюдение № 2: пациентка, 40 лет, после хирургического лечения миксофибросаркомы подошвенной поверхности правой стопы от 2023 г., через 12 мес. после операции почувствовала уплотнение в области резекции и обратилась для дообследования.

Пациентке выполнена трепан-биопсия, результат гистологического исследования — фиброз, ангиоматоз, лимфогистиоцитарная воспалительная инфильтрация, опухолевые клетки не обнаружены.

В ходе исследования была проведена оценка диагностической эффективности двух методов визуализации, по результатам которой чувствительность (Ч) КУУЗИ составила 90,0 % (ДИ: 73,5–97,9 %), специфичность (С) — 92,3 %

(ДИ: 64,0–99,8 %), точность (Т) — 90,7 % (ДИ: 77,9–97,4 %), прогностическая ценность положительного результата (ПЦПР) — 96,4 % (ДИ: 80,4–99,4 %), прогностическая ценность отрицательного результата (ПЦОР) — 80,0 % (ДИ: 57,5–92,2 %). В свою очередь, для МРТ Ч — 93,3 % (ДИ: 77,9–99,2 %), С — 92,3 % (ДИ: 64,0–99,8 %), Т — 93,0 % (ДИ: 80,9–98,5 %), ПЦПР — 96,6 % (ДИ: 81,0–99,5 %), ПЦОР — 85,7 % (ДИ: 60,9–95,9 %). Дополнительно выполнен ROC-анализ, наглядно демонстрирующий диагностическую эффективность обоих методов (рис. 3).

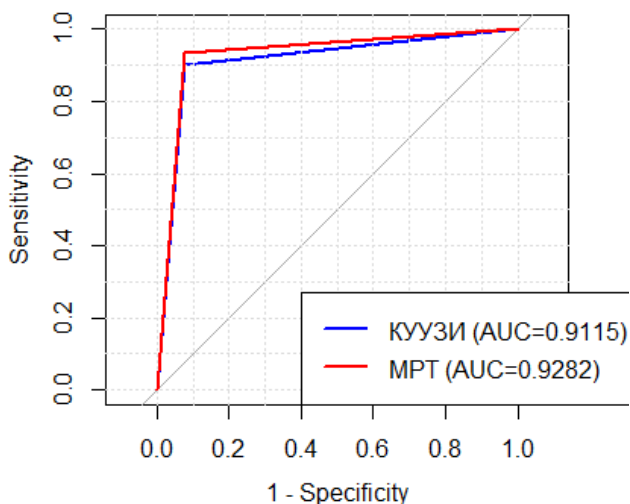


Рис. 5. ROC-анализ диагностической эффективности КУУЗИ и МРТ в дифференциальной диагностике локальных рецидивов и послеоперационных изменений: AUC КУУЗИ = 0,911 (отличное качество модели), AUC МРТ = 0,928 (отличное качество модели)

Fig. 5. ROC analysis comparing the diagnostic performance of CEUS and MRI in differentiating local recurrence from postoperative changes. The AUC was 0.911 for CEUS and 0.928 for MRI, indicating excellent diagnostic accuracy for both modalities

Обсуждение

Настоящее исследование проводит прямое сравнение КУУЗИ и МРТ в дифференциальной диагностике ЛР и ПО. Полученные результаты демонстрируют сопоставимую точность обоих методов, пересматривая традиционные представления о возможностях ультразвуковой диагностики, ранее считавшейся менее эффективной, как отмечали Tagliafico и соавт. в 2015 г. [15].

При детальном анализе ультразвуковых характеристик было выявлено несколько статистически значимых ($p < 0,05$) критериев, позволяющих дифференцировать данные изменения. В В-режиме ЛР характеризовался неоднородной структурой за счет перегородок, гиперэхогенных включений, кальцинатов, линейной исчерченности, а также гиперэхогенным ореолом, при этом в режиме ЦДК в основном наблюдались гиперваскулярные типы кровотока. Это согласуется с работой А.Н. Зайцева и соавт. 2023 г., в которой

местный рецидив саркомы описывается как узловое или кистовидное образование с измененной эхогенностью, имеющее участки локального усиления сосудистого рисунка в непосредственном тканевом окружении опухоли [16].

Режим эхоконтрастирования, в свою очередь, продемонстрировал важные параметры перфузии: сочетание 5-го паттерна КУ с 3-м типом кинетической кривой чаще встречались при ЛР ($p < 0,05$), а 1-й паттерн и отсутствие кинетической кривой — при ПО ($p < 0,05$). Это объясняется особенностями опухолевого ангиогенеза — неравномерным распределением сосудов с преимущественной васкуляризацией периферических отделов по сравнению с центральными зонами, где могут преобладать некротические изменения, что обуславливает данную картину при КУ и подтверждает диагностическую ценность перфузионных характеристик, отмеченную в 2020 г. Fischer и соавт. [17].

Примечательно, что большинство исследуемых зон, независимо от наличия или отсутствия рецидива, демонстрировали 2 или 3 эластотип по шкале Tsukuba [18]. Данный факт свидетельствует о том, что параметры жесткости в послеоперационной области не обладают достаточной специфичностью для разграничения ПО и ЛР ($p > 0,05$). Полученные результаты можно объяснить особенностями формирования послеоперационного рубца: фиброзная ткань, обладая высокой плотностью, оказывает доминирующее влияние на эластические свойства всей зоны хирургического вмешательства, что может маскировать эластографические признаки рецидива. Таким образом, в случае оценки мягкотканых послеоперационных изменений методика СЭГ требует обязательного сочетания и комплексной оценки с другими режимами.

Проведенный анализ МР-характеристик также позволил получить ряд статистически значимых дифференциально-диагностических критериев ($p < 0,05$). Для ЛР были характерны: солидная равномерная структура, наличие кистозно-солидных компонентов и участков некроза; в противоположность этому ПО демонстрировали преимущественно жидкостную однородную структуру, фиброзные изменения и связь с сосудистыми и костными структурами на нативных изображениях.

Особый интерес представляет анализ жидкостного компонента в зоне вмешательства. В отличие от выводов Gimber и соавт. 2018 г., где отмечается высокая специфичность полного отсутствия жидкости как критерия исключения рецидива, наши данные показывают его частое наличие при ПО, подчеркивая, что при интерпретации жидкостного компонента необходимо учитывать комплекс критериев, включая харак-

тер его распределения в сочетании с другими структурными признаками, а не только факт наличия или отсутствия [19].

Однако ключевое диагностическое значение имел анализ постконтрастных серий изображений. В нашем исследовании выраженное неоднородное контрастирование достоверно чаще отмечалось при ЛР, тогда как слабое линейное или однородное КУ было характерно для ПО. Наблюдения полностью согласуются с данными Amini и соавт. 2020 г., которые также продемонстрировали значительное преимущество применения внутривенного контрастирования при оценке изменений в мягких тканях (AUC 0,93 для групп с контрастированием против 0,78 без контраста, $p < 0,0001$) [20].

Настоящее исследование подтверждает ведущую роль контрастных методик в дифференциальной диагностике ЛР и ПО, демонстрируя, что КУУЗИ сопоставимо по эффективности с МРТ, традиционно считающейся «золотым стандартом». Это расширяет возможности ультразвука и обосновывает его включение в алгоритм динамического наблюдения за пациентами после лечения СМТ. Однако стоит учитывать присущие методике особенности: снижение информативности при визуализации глубоко расположенных образований и операторозависимость. Это обуславливает применение КУУЗИ главным образом для оценки поверхностных опухолей, в то время как МРТ сохраняет роль основного метода при диагностике глубоких процессов. Также важно, чтобы КУУЗИ выполнял специалист с достаточным опытом ультразвуковой диагностики в онкологии.

При анализе полученных результатов необходимо принять во внимание ряд ограничений данного исследования. Относительно небольшой размер выборки требует осторожности при экстраполяции выводов на всех пациентов. Кроме того, следует учитывать потенциальные диагностические сложности, связанные с особенностями отдельных гистологических подтипов СМТ, в частности гиповаскулярные варианты, такие как синовиальная саркома, могут не демонстрировать характерных паттернов КУ, а активная воспалительная реакция в области послеоперационного рубца, сопровождающаяся усиленной васкуляризацией, может создавать картину, сходную со злокачественным процессом, что подчеркивает необходимость тщательного анализа всех доступных диагностических критериев в комплексе.

Заключение

Таким образом, КУУЗИ демонстрирует высокую эффективность в выявлении ЛР СМТ и мо-

жет использоваться как ценный метод в арсенале онкологов, особенно когда МРТ недоступна или малоинформативна. Построение диагностического маршрута должно быть персонализированным и учитывать индивидуальные особенности больных, включая локализацию опухоли и предыдущее лечение. В связи с этим КУУЗИ и МРТ следует рассматривать как взаимодополняющие, а не конкурирующие методы. Их рациональное сочетание, учитывающее конкретную клиническую ситуацию и доступность, позволяет достигать оптимальных результатов в диагностике ЛР. Дальнейшее совершенствование ультразвуковых методик и накопление клинического опыта позволят оптимизировать алгоритмы обследования пациентов после хирургического лечения, обеспечивая своевременное выявление ЛР и улучшая прогноз для пациентов.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Funding

The study was performed without external funding.

Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики

Все процедуры с вовлечением больных были проведены в соответствии с Хельсинкской декларацией по правам человека в редакции 2013 г. Проведение данной работы одобрено этическим комитетом этическим комитетом, протокол № 16 от 21.09.2023. Все больные подписывали информированное согласие на участие в исследовании.

Compliance with patient rights and principles of bioethics

All study procedures involving human participants were conducted in accordance with the Declaration of Helsinki (2013 revision). The study protocol received formal approval from the Institutional Ethics Committee (Protocol No. 16, September 21, 2023). Written informed consent was obtained from all participants prior to enrollment.

Участие авторов

Автор гарантирует, что все авторы одобрили финальную версию статьи перед публикацией, выразили согласие нести ответственность за все аспекты работы, подразумевающую надлежащее изучение и решение вопросов, связанных с точностью или добросовестностью любой части работы.

Authors' contributions

The author guarantee that all authors approved the final version of the article prior to publication and agreed to take responsibility for all aspects of the work, including the proper review and resolution of any issues related to its accuracy or integrity.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Dizon D.S., Kamal A.H. Cancer statistics 2024: All hands on deck. *CA Cancer J Clin.* 2024; 74: 8-9. DOI: 10.3322/caac.21824.

2. Мерабишвили В.М., Чепик О.Ф., Мерабишвили Э.Н. Эпидемиология и выживаемость больных злокачественными новообразованиями соединительной и мягких тканей. *Сибирский онкологический журнал*. 2015; 1(3): 5-12.-EDN: TXORKL. [Merabishvili V.M., Chepik O.F., Merabishvili E.N. Epidemiology and survival of patients with malignant neoplasms of connective and soft tissues. *Siberian Journal of Oncology*. 2015; 1(3): 5-12.-EDN: TXORKL (In Rus)].
3. Italiano A., Le Cesne A., Mendiboure J., et al. Prognostic factors and impact of adjuvant treatments on local and metastatic relapse of soft-tissue sarcoma patients in the competing risks setting. *Cancer*. 2014; 120(21): 3361-3369.-DOI: 10.1002/cncr.28885.
4. Nakamura T., Abudu A., Murata H., et al. Oncological outcome of patients with deeply located soft tissue sarcoma of the pelvis: A follow up study at minimum 5 years after diagnosis. *Eur J Surg Oncol*. 2013; 39(9): 1030-1035.-DOI: 10.1016/j.ejso.2013.06.004.
5. Ezuddin N.S., Pretell-Mazzini J., Yechieli R.L., et al. Local recurrence of soft-tissue sarcoma: issues in imaging surveillance strategy. *Skeletal Radiol*. 2018; 47(12): 1595-1605.-DOI: 10.1007/s00256-018-2965-x.
6. Gamboa A.C., Gronchi A., Cardona K. Soft-tissue sarcoma in adults: An update on the current state of histiotype-specific management in an era of personalized medicine. *CA Cancer J Clin*. 2020; 70(3): 200-229.-DOI: 10.3322/caac.21605.
7. Bazzocchi A., Guglielmi G., Aparisi Gómez M.P. Sarcoma Imaging Surveillance: MR Imaging-Ultrasound (US) Correlation. *Magn Reson Imaging Clin N Am*. 2023; 31(2): 193-214.-DOI: 10.1016/j.mric.2023.01.004.
8. Sedaghat S., Meschede J., Geiger D., 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; 21: 1-8.-DOI: 10.1186/s12885-021-08113-y.
9. Cheney M.D., Giraud C., Goldberg S.I., et al. MRI surveillance following treatment of extremity soft tissue sarcoma. *J Surg Oncol*. 2013; 109(6): 593-596.-DOI: 10.1002/jso.23541.
10. Bignotti B., Signori A., Sconfienza L.M., et al. Magnetic resonance imaging or ultrasound in localized intermediate-or high-risk soft tissue tumors of the extremities (MUSTT): final results of a prospective comparative trial. *Diagnostics*. 2022; 12(2): 411.-DOI: 10.3390/diagnostics12020411.
11. Бусько Е.А., Любимская Э.С., Козубова К.В., et al. Возможности методов медицинской визуализации в диагностике образований мягких тканей: обзор. Лучевая диагностика и терапия. 2024; 15(4): 23-31.-DOI: 10.22328/2079-5343-2024-15-4-23-31. [Busko E.A., Lyubinskaya E.S., Kozubova K.V., et al. Possibilities of medical imaging methods in the diagnosis of soft tissue formations: a review. *Diagnostic Radiology and Radiotherapy*. 2024; 15(4): 23-31.-DOI: 10.22328/2079-5343-2024-15-4-23-31 (In Rus)].
12. Hu Y., Li A., Wu M., et al. Added value of contrast-enhanced ultrasound to conventional ultrasound for characterization of indeterminate soft-tissue tumors. *Br J Radiol*. 2023; 96(1141): 20220404.-DOI: 10.1259/bjr.20220404.
13. Любимская Э.С., Бусько Е.А., Гончарова А.Б., et al. Визуализация микрососудистого русла при контрастно-усиленном ультразвуковом исследовании в диагностике опухолей мягких тканей. Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2025; 24(1): 31-38.-DOI: 10.24884/1682-6655-2025-24-1-31-38. [Lyubinskaya E.S., Busko E.A., Goncharova A.B., et al. Visualization of the microvasculature during contrast-enhanced ultrasound in the diagnosis of soft tissue tumors. *Regional Blood Circulation and Microcirculation*. 2025; 24(1): 31-38.-DOI: 10.24884/1682-6655-2025-24-1-31-38 (In Rus)].
14. Патент № 2634783 С1. Бусько Е.А., Мищенко А.В., Семглазов В.В., et al. Способ дифференциальной диагностики образований молочной железы и мягких тканей. Российская Федерация: Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии имени Н.Н. Петрова» Министерства здравоохранения Российской Федерации. Дата приоритета 05.07.2016. 2017.-EDN: EEKGNV. [Patent No. 2634783 C1. Busko E.A., Mishchenko A.V., Semiglavov V.V., et al. Method for differential diagnosis of breast and soft tissue lesions. Russian Federation: Federal State Budgetary Institution N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology of the Ministry of Health of the Russian Federation. Priority date 05.07.2016. 2017.-EDN: EEKGNV (In Rus)].
15. Tagliafico A., Truini M., Spina B., et al. Follow-up of recurrences of limb soft tissue sarcomas in patients with localized disease: performance of ultrasound. *Eur Radiol*. 2015; 25(9): 2764-2770.-DOI: 10.1007/s00330-015-3645-z.
16. Зайцев А.Н., Черная А.В., Ульянова Р.Х., et al. Выявление и дифференциация местного рецидива саркомы мягких тканей на фоне послеоперационных изменений с помощью эхографии. Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия. 2023; 6(3): 24-31.-DOI: 10.37174/2587-7593-2023-6-3-24-31. [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. *Journal of Oncology: Diagnostic Radiology and Radiotherapy*. 2023; 6(3): 24-31 (In Rus)].
17. Fischer C., Greis C., Dietrich C.F., et al. Contrast-enhanced ultrasound for musculoskeletal applications: a world federation for ultrasound in medicine and biology position paper. *Ultrasound Med Biol*. 2020; 46(6): 1279-1295.-DOI: 10.1016/j.ultrasmedbio.2020.02.002.
18. Itoh A., Ueno E., Tohno E., et al. Breast disease: Clinical application of US elastography for diagnosis. *Radiology*. 2006; 239(2): 341-350.-DOI: 10.1148/radiol.2391041676.
19. Gimber L.H., Chadaz T.S., Flake W., et al. Advanced MR imaging of musculoskeletal tumors: An overview. *Semin Roentgenol*. 2018; 53(4): 289-300.-DOI: 10.1053/j.ro.2018.10.001.
20. Amini B., Murphy W.A., Haygood T.M., et al. Gadolinium-based contrast agents improve detection of recurrent soft-tissue sarcoma at MRI. *Radiol Imaging Cancer*. 2020; 2(2): e190046.-DOI: 10.1148/rycan.2020190046.

Поступила в редакцию / Received / 18.07.2025

Прошла рецензирование / Reviewed / 18.08.2025

Принята к печати / Accepted for publication / 30.08.2025

Сведения об авторах / Author information / ORCID

Эльвира Сергеевна Любимская / Elvira S. Lyubinskaya / ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2038-3964>; eLibrary SPIN: 9755-2866; Author ID (Scopus): 58786066100.

Екатерина Александровна Бусько / Ekaterina A. Busko / ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0940-6491>; eLibrary SPIN: 7323-1083; Author ID (Scopus): 55458951100.

Григорий Владимирович Зиновьев / Grigory V. Zinovev / ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1639-2443>; eLibrary SPIN: 3883-1380.

Владимир Владимирович Щукин / Vladimir V. Shchukin / ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-5267-9184>.

Анастасия Борисовна Гончарова / Anastasia B. Goncharova / ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7980-1657>; eLibrary SPIN: 7469-7779; Author ID (Scopus): 57215840540.

Ксения Вячеславовна Козубова / Ksenia V. Kozubova / ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9611-0439>; eLibrary SPIN: 4834-3728; Author ID (Scopus): 57828117300.

Павел Юрьевич Гришко / Pavel Yu. Grishko / ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4665-6999>; eLibrary SPIN: 3109-1583; Author ID (Scopus): 57209587221.

Лия Маратовна Савельева / Liya M. Saveleva / ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9286-2577>.

Роман Андреевич Кадырлеев / Roman A. Kadyrleev / ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6576-1087>; eLibrary SPIN: 7360-4884; Author ID (Scopus): 57203729388.

Елена Игоревна Бусько / Elena I. Busko / ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-1783-5226>.

Анна Андреевна Чеминава / Anna A. Chemina / ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-2265-0402>.

Илья Александрович Буровик / Ilya A. Burovik / ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4714-1228>; eLibrary SPIN: 1923-6457.

Сергей Сергеевич Багненко / Sergey S. Bagnenko / ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4131-6293>; eLibrary SPIN: 4389-9374; Author ID (Scopus): 57425014500.

