УДК 616-079.4
DOI: 10.24884/1682-6655-2025-24-1-31-38

Э. С. ЛЮБИМСКАЯ[1], Е. А. БУСЬКО[1, 2], А. Б. ГОНЧАРОВА[2], Р. А. КАДЫРЛЕЕВ[1, 2], К. В. КОЗУБОВА[1], Г. В. ЗИНОВЬЕВ[1], В. В. ЩУКИН[1], П. А. ИСАЕВА[4], О. И. БАЙКАЛОВА[1], И. А. БУРОВИК[1, 2], С. С. БАГНЕНКО[1, 3]

Визуализация микрососудистого русла при контрастно-усиленном ультразвуковом исследовании в диагностике опухолей мягких тканей

[1] Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н. Н. Петрова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия
197758, Россия, Санкт-Петербург, п. Песочный, ул. Ленинградская, д. 68
[2] Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет», Санкт-Петербург, Россия
199034, Россия, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9
[3] Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия
194100, Россия, Санкт-Петербург, Литовская ул., д. 2, лит. А
[4] Государственное бюджетное учреждение Республики Дагестан «Республиканский онкологический центр», г. Махачкала, Россия
367008, Россия, Махачкала, ул. Гайдара Гаджиева, д. 24
E-mail: elialiubimskaia@gmail.com

Статья поступила в редакцию 11.09.24 г.; принята к печати 01.11.24 г.

Резюме

Введение. Ультразвуковое исследование (УЗИ) – это первый шаг в диагностике опухолей мягких тканей (ОМТ). Однако стандартное УЗИ может не дать достаточной информации для определения природы ОМТ, особенно если речь идет о редких или глубоко расположенных опухолях. Злокачественные новообразования характеризуются неоангиогенезом, поэтому для их диагностики важны технологии, позволяющие обнаружить микроциркуляцию и перфузию. Одна из таких технологий – контрастно-усиленное ультразвуковое исследование (КУУЗИ). Благодаря КУУЗИ возможно не только визуализировать мельчайшие сосуды, но и оценивать их архитектонику, что делает его перспективным методом для диагностики изменений мягких тканей. Однако на данный момент в научной литературе нет российских исследований, которые бы изучали его эффективность. *Цель* – определить диагностическую эффективность КУУЗИ в дифференциальной диагностике доброкачественных и злокачественных ОМТ и провести сравнительную оценку с исследованием без контраста. *Материалы и методы.* В данное ретроспективное исследование вошли результаты сканирования пациентов с ОМТ, которым выполнялось мультипараметрическое ультразвуковое исследование (мпУЗИ) с использованием стандартных режимов (В-режима, цветного допплеровского картирования, соноэластографии) и КУУЗИ. Важным условием явилось наличие результатов патоморфологического заключения, которое выступило в качестве референтного метода. *Результаты.* По результатам анализа данных визуализации и гистологического исследования была проведена дифференциальная диагностика доброкачественных и злокачественных ОМТ, УЗИ без контрастного усиления (КУ) имело чувствительность 82 % (ДИ 69–91 %), специфичность – 61 % (ДИ 48–73 %), точность – 70 % (ДИ 61–78 %), прогностическую ценность положительного результата – 63 % (ДИ 50–75 %), прогностическую ценность отрицательного результата – 80 % (ДИ 66–90 %), а площадь под кривой составила 0,72 (хорошее качество модели). Добавление же информации, полученной при КУУЗИ, существенно повысило все показатели: чувствительность – 94 % (ДИ 83–98 %), специфичность – 88 % (ДИ 78–95 %), точность – 91 % (ДИ 84–95 %), прогностическая ценность положительного результата – 87 % (ДИ 75–94 %), прогностическая ценность отрицательного результата – 94 % (ДИ 85–98 %), а площадь под кривой – 0,91 (отличное качество модели). *Выводы.* Исследование показало, что УЗИ с использованием лишь стандартных режимов значительно уступает КУУЗИ, которое продемонстрировало гораздо более высокую эффективность в дифференциальной диагностике доброкачественных и злокачественных ОМТ. Это делает данную методику ценным инструментом для врачей-диагностов и онкологов. Тем не менее необходимы дальнейшие исследования для более глубокого понимания возможностей КУУЗИ и включения его в диагностический алгоритм при выявлении мягкотканного образования, а также в программу контрольных наблюдений за областью рубца после иссечения саркомы.

Ключевые слова: *контрастно-усиленное ультразвуковое исследование, опухоль мягких тканей, саркома мягких тканей*

Для цитирования: *Любимская Э. С., Бусько Е. А., Гончарова А. Б., Кадырлеев Р. А., Козубова К. В., Зиновьев Г. В., Щукин В. В., Исаева П. А., Байкалова О. И., Буровик И. А., Багненко С. С. Визуализация микрососудистого русла при контрастно-усиленном ультразвуковом исследовании в диагностике опухолей мягких тканей. Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2025;24(1):31–38. https://doi.org/10.24884/1682-6655-2025-24-1-31-38.*

UDC 616-079.4
DOI: 10.24884/1682-6655-2025-24-1-31-38

E. S. LYUBIMSKAYA[1], E. A. BUSKO[1, 2], A. B. GONCHAROVA[2], R. A. KADYRLEEV[1, 2], K. V. KOZUBOVA[1], G. V. ZINOVIEV[1], V. V. SHCHUKIN[1], P. A. ISAEVA[4], O. I. BAIKALOVA[1], I. A. BUROVIK[1, 2], S. S. BAGNENKO[1, 3]

Visualization of microvasculature with contrast-enhanced ultrasound in the diagnosis of soft tissue tumors

[1] Petrov National Medicine Research Center of Oncology, Saint Petersburg, Russia
68, Leningradskaya str., Saint Petersburg, Russia, 197758
[2] Saint-Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia
7-9, Universitetskaya nab., Saint Petersburg, Russia, 199034
[3] Saint-Petersburg State Pediatric Medical University, Saint Petersburg, Russia
2, lit. A, Litovskaya str., Saint Petersburg, Russia, 194100
[4] Republican Oncology Center, Saint Petersburg, Russia
24, Gaidar Gadzhiev str., Makhachkala, Russia, 367008
E-mail: elialiubimskaia@gmail.com

Received 11.09.24; accepted 01.11.24

Summary

Introduction. Ultrasound (US) is the first step in diagnosing soft tissue tumors (STT). However, standard US might not provide enough information to determine the nature of STT, particularly for rare or deep tumors. Malignant tumors are characterized by new blood vessel growth (neoangiogenesis), so technologies that can detect microcirculation and blood flow are crucial for diagnosing them. One of these technologies is contrast-enhanced ultrasound (CEUS). CEUS allows us to visualize the smallest blood vessels and evaluate their structure, making it a promising method for diagnosing changes in soft tissues. However, currently, there are no Russian studies published that explore its effectiveness. *Objective*. To determine the diagnostic effectiveness of CEUS in differentiating between benign and malignant STT and to compare its results with a study without contrast. *Materials and methods*. This retrospective study examined the results of scans from patients with STT who underwent multiparametric ultrasound examinations (mpUS). The mpUS used standard modes (B-mode, color Doppler mapping, sonoelastography) and contrast-enhanced ultrasound (CEUS). A crucial requirement was the availability of the pathology report, which acted as a reference standard. *Results*. Based on the results of the analysis of visualization and histological examination data, differential diagnostics of benign and malignant SST was performed; ultrasound without contrast enhancement (CE) had a sensitivity of 82% (CI 69–91 %), specificity of 61 % (CI 48–73 %), accuracy of 70 % (CI 61–78 %), positive predictive value of 63 % (CI 50–75 %), negative predictive value of 80 % (CI 66–90 %), and the area under the curve was 0.72 (good quality of the model). Adding the information obtained with CEUS significantly increased all the parameters: sensitivity – 94 % (CI 83–98%), specificity – 88 % (CI 78–95 %), accuracy – 91 % (CI 84–95 %), positive predictive value – 87 % (CI 75–94 %), negative predictive value – 94 % (CI 85–98 %), and area under the curve – 0.91 (excellent quality of the model). *Conclusions*. The study revealed that ultrasound using only standard modes was significantly less accurate than CEUS. CEUS demonstrated a much higher ability to differentiate between benign and malignant STT. This makes CEUS a valuable tool for diagnosticians and oncologists. However, further research is needed to better understand the potential of CEUS and incorporate it into the diagnostic process for detecting soft tissue lesions, as well as in the program of control observations of the scar area after excision of sarcoma.

Keywords: *contrast-enhanced ultrasound, soft tissue tumor, soft tissue sarcoma*

For citation: *Lyubimskaya E. S., Busko E. A., Goncharova A. B., Kadyrleev R. A., Kozubova K. V., Zinoviev G. V., Shchukin V. V., Isaeva P. A., Baikalova O. I., Burovik I. A., Bagnenko S. S. Visualization of microvasculature with contrast-enhanced ultrasound in the diagnosis of soft tissue tumors. Regional hemodynamics and microcirculation. 2025;24(1):31–38. https://doi.org/10.24884/1682-6655-2025-24-1-31-38.*

Введение

Опухоли мягких тканей (ОМТ) – это очень широкая и неоднородная группа поражений, объединенная мезенхимальным происхождением [1]. Большинство образований относятся к доброкачественным, очень редко (менее 1 %) можно встретить злокачественные ОМТ, среди которых отдельное место занимают саркомы мягких тканей (СМТ) [1–2]. Данная патология является труднодиагностируемой, поскольку отличается выраженной гетерогенностью. Согласно классификации ВОЗ, существует более ста гистологических подтипов, каждый из которых имеет свой прогноз, клиническую и лучевую картину [3]. К тому же СМТ часто (6,5–25 %) и упорно рецидивируют, поэтому зона послеоперационного рубца длительно наблюдается методами медицинской визуализации, как правило, это ультразвуковое исследование (УЗИ) и магнитно-резонансная томография (МРТ) [4–5].

Согласно клиническим рекомендациям «Саркомы мягких тканей» 2022 года: «При первом обращении пациента с жалобами на наличие образования в мягких тканях или при подозрении на СМТ рекомендуется выполнить УЗИ зоны поражения, а при наличии признаков новообразования выполнить пункционную

биопсию» [6]. Таким образом, УЗИ – это первый метод диагностики при ОМТ, с помощью которого получают информацию о расположении, размере и характере опухоли. Отдельно стоит подчеркнуть, что УЗИ особенно эффективно в диагностике доброкачественных и поверхностных изменений мягких тканей, таких как липомы и атеромы, но для более редких и глубоко расположенных образований точный диагноз по УЗИ может вызывать сложности [7]. В таких ситуациях может потребоваться выполнение МРТ, однако данный метод отличается низкой доступностью, поскольку МР-томографы есть не в каждом медицинском учреждении, запись на исследование долгая и больным приходится ждать своей очереди несколько недель. При этом, если речь идет о саркоме, действовать нужно оперативно, ведь она быстро растет и метастазирует [8]. Все это диктует необходимость поиска простых и одновременно с этим высокоэффективных методов диагностики ОМТ.

Главная особенность злокачественных новообразований – неоангиогенез, что проявляется активным кровотоком и хаотичным распределением сосудов в опухоли. Поэтому большое значение имеют технологии, позволяющие обнаружить микроциркуляцию и перфузию. К таким относится контрастно-усиленное ультразвуковое исследование (КУУЗИ), при котором можно визуализировать мельчайшие сосуды до 20–40 микрометров, в то время как при допплеровском картировании – лишь до 80–100 микрометров [9]. Дополнительно при эхоконтрастировании оценивается архитектоника сосудистого русла, что также влияет на эффективность исследования [10–11].

В работе китайских коллег Hu Y. et al. 2023 года на 104 пациентах было показано, что КУУЗИ является достаточно точным методом в диагностике ОМТ, чувствительность КУУЗИ и УЗИ составила 94 % и 73 %, специфичность – 90,7 % и 82 %, а площадь под кривой – 0,92 и 0,78 соответственно [12].

Однако отечественных исследований, в которых бы изучалась эффективность КУУЗИ в диагностике мягкотканных образований, а также проводилось бы сравнение с обычным УЗИ без контрастного усиления (КУ), на данный момент в литературе не представлено. Таким образом, затронутая нами проблема важна и актуальна.

Цель – определить диагностическую эффективность КУУЗИ в дифференциальной диагностике доброкачественных и злокачественных ОМТ и провести сравнительную оценку с исследованием без контраста.

Материалы и методы исследования

В данное ретроспективное исследование вошли результаты сканирования пациентов с ОМТ, которым выполнялось мультипараметрическое ультразвуковое исследование (мпУЗИ) с использованием стандартных режимов (В-режима, цветного допплеровского картирования, соноэластографии) и КУУЗИ. Важным условием явилось наличие результатов патоморфологического заключения, которое выступило в качестве референтного метода.

Критерии включения: наличие результатов сканирования всех режимов мпУЗИ; наличие результатов сканирования КУУЗИ; наличие результатов патоморфологического заключения.

Критерии невключения: неполный объем данных мпУЗИ (отсутствие результата как минимум одного из режимов); отсутствие данных КУУЗИ; отсутствие данных о верификации ОМТ.

Всего критериям включения соответствовали 113 человек, обратившихся в ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н. Н. Петрова» Минздрава России с 2015 по 2018 год. От всех пациентов было получено информированное добровольное устное и письменное согласие. Исследование одобрено этическим комитетом ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н. Н. Петрова» Минздрава России (протокол № 16 от 21.09.2023 г.).

Все ультразвуковые исследования производились одним врачом ультразвуковой диагностики с 20-летним опытом работы. Сканирование выполнялось на аппарате HITACHI HI VISION Ascendus с использованием линейного датчика с частотой 7,5–12 мегагерц. КУУЗИ проводилось с использованием 2,4 миллилитров (мл) раствора эхоконтрастного препарата «Серы гексафторид», коммерческое название – SonoVue. Контраст в виде суспензии вводили в локтевую вену через катетер 22G и трехходовый кран, затем вводили 10 мл физиологического раствора 0,9 % «Натрия хлорид». После чего оценивали результат КУ и фиксировали его в виде кинопетель для дальнейшего анализа и постпроцессинговой обработки. После введения SonoVue ни у одного пациента не было зарегистрировано никаких неблагоприятных побочных эффектов.

Важно отметить, что исследование основано на анализе ультразвуковых заключений, написанных во время выполнения сканирования, то есть врач был «слеп» к результату патоморфологии ОМТ, и его мнение основывалось лишь на визуальной информации. Пересмотр изображений в ретроспективе производился только с целью систематизации данных для статистической обработки.

Во время выполнения УЗИ изучали все характеристики опухоли. В серошкальном В-режиме это были: размер, глубина расположения, форма (правильная/неправильная), однородность структуры (однородная/неоднородная), четкость контура (четкий/нечеткий), ровность контура (ровный/неровный). Такие параметры, как неправильная форма, нечеткий, неровный контур и неоднородная структура, классифицировались как признаки, подозрительные на злокачественность.

В режиме цветного допплеровского картирования (ЦДК) оценивали наличие васкуляризации (аваскулярно, гиповаскулярно, гиперваскулярно) и характер распределения кровотока (единичным локусом, периферический, смешанный). Регистрация гиперваскулярного, смешанного кровотока считалась признаком, характерными для саркомы.

В режиме компрессионной эластографии анализировался только качественный показатель на основе Tsukuba Score. Картирование синим, жестким 4-м или 5-м эластотипом было интерпретировано как признак злокачественности. Показатель Strain Ratio (StR)

Таблица 1

Общие данные обследованных больных

Table 1

General data of the examined patients

Параметры	Значение
Мужчины	36
Женщины	77
Средний возраст	57±13
Медиана возраста	59

Таблица 2

Общие характеристики обследованных образований

Table 2

General characteristics of the examined tumors

Параметры	Доброкачественное, мм	Злокачественное, мм	Все, мм
Средний размер образования	44,7±31,0	55,5±29,9	49,6±30,9
Средняя глубина залегания	9,2±7,0	11,5±9,7	10,3±8,4

Таблица 3

Распределение доброкачественных образований мягких тканей по гистологическому заключению

Table 3

Distribution of benign soft tissue tumors according to histological findings

Гистологическое заключение	n; %
Липома	22; 35 %
Воспалительные изменения	11; 18 %
Сосудистые новообразования	9; 14,5 %
Рубцовые изменения	6; 10 %
Кистозные образования	6; 10 %
Десмоидный фиброаденоматоз	3; 5 %
Фиброма	2; 3 %
Лейомиома	1; 1,5 %
Шваннома	1; 1,5 %
Экстрагенитальный эндометриоз	1; 1,5 %
Всего	62; 100 %

нами не оценивался, так как не определено его достоверное пороговое значение для ОМТ, чтобы можно было стратифицировать образование с достаточно высокой точностью [13–14].

Для оценки режима контрастного усиления применялся подход, разработанный в нашем учреждении Е. А. Бусько и др. в отношении образований молочной железы и мягких тканей, согласно которому выделяют 5 паттернов контрастирования: 1-й – кольцевидный, 2-й – кольцевидный с пристеночным компонентом, 3-й – древовидный, 4-й – спикулообразный, 5-й – спиралевидный. Также строили кинетические кривые «усиление-время» и на основании 3 типов кривых дополнительно оценивали опухоль [15]. В режиме контрастного усиления паттерны контрастирования 1, 2 и 3 свидетельствовали о доброкачественности, а паттерны 4 и 5 – о злокачественности образования, а также I и II тип кривой «усиление-время» считались более характерными для доброкачественного образования, а III тип для злокачественного.

Для определения правильности интерпретации данных медицинской визуализации в качестве референтного метода использовалось гистологическое исследование. Трепан-биопсия ОМТ выполнялась врачом-онкологом, специализирующимся в диагностике и лечении опухолей мягких тканей и костей с опытом работы 10 лет. Пункция бралась под ультразвуковой навигацией совместно с врачом УЗД.

Таблица 4

Распределение злокачественных образований мягких тканей по гистологическому заключению

Table 4

Distribution of malignant soft tissue tumors according to histological findings

Гистологическое заключение	n; %
Саркома	
Липосаркома	16; 31 %
Злокачественные опухоли с неясной дифференцировкой	14; 28 %
Фибробластические и миофибробластические злокачественные опухоли	7; 14 %
Лейомиосаркома	2; 4 %
Рабдомиосаркома	2; 4 %
Злокачественная гигантоклеточная опухоль	2; 4 %
Гемангиоэндотелиома	1; 1,5 %
Остеогенная саркома в мягких тканях	1; 1,5 %
Другое ЗНО	
Метастаз меланомы	4; 9 %
Лимфома	1; 1,5 %
Метастаз рака почки	1; 1,5 %
В с е г о	51; 100 %

В базу данных в формате Microsoft Excel внесена вся информация об обследованных больных. Персональные данные анонимизированы и зашифрованы. Анализ данных проведен с помощью пакета специализированных программ Jamovi (Version 2.3) и языка программирования Python 3.9.12 с библиотеками sklearn, pandas, matplotlib. Полученные результаты проанализированы с применением методов параметрической и непараметрической статистики. Для определения, насколько статистическое распределение исследуемых параметров соответствует теоретическому нормальному распределению Гаусса, применен критерий Шапиро–Уилка. При этом критический уровень значимости нулевой статистической гипотезы установлен на отметке 0,05.

Результаты исследования и их обсуждение

В работу были включены результаты УЗ-сканирования и гистологического исследования 113 человек, из них 36 мужчин и 77 женщин, средний возраст – 57±13 лет, медиана возраста – 59 лет. Средний размер образования составил 49,6±30,9 мм, при этом злокачественные образования были больше, средний размер – 55,5±29,9 мм, а доброкачественные меньше – 44,7±31,0 ($p<0,05$). Средняя глубина залегания для всех ОМТ была 10,3±8,4 мм, при этом доброкачественные находились более поверхностно, чем злокачественные, средняя глубина залегания – 9,2±7,0 и 11,5±9,7 мм соответственно ($p<0,05$) (табл. 1, 2).

По результатам гистологического исследования были обнаружены 62 доброкачественные и 51 злокачественная опухоль. Подробное распределение образований по гистологическому заключению представлено в табл. 3, 4.

Для определения диагностической эффективности каждой методики, отдельно для УЗИ без КУ и отдельно для данных, полученных при КУУЗИ, были выполнены расчеты показателей чувствительности (Ч), специфичности (С), точности (Т), прогностическая ценность положительного результата (ПЦПР) и прогностическая ценность отрицательного результата (ПЦОР) с определением доверительных интервалов (ДИ). Также были построены Receiver Operator Characteristic (ROC-кривые) с определением площади под кривой, англ. Area Under the ROC Curve (AUC).

По результатам анализа данных визуализации и гистологического исследования, была проведена дифференциальная диагностика доброкачественных и злокачественных ОМТ; УЗИ без КУ имело чувствительность 82 % (ДИ 69–91 %), специфичность – 61 % (ДИ 48–73 %), точность – 70 % (ДИ 61–78 %), прогностическую ценность положительного результата – 63 % (ДИ 50–75 %), прогностическую ценность отрицательного результата – 80 % (ДИ 66–90 %), а площадь под кривой составила 0,72 (хорошее качество модели). Добавление же информации, полученной при КУУЗИ, существенно повысило все показатели: чувствительность – 94 % (ДИ 83–98 %), специфичность – 88 % (ДИ 78–95 %), точность – 91 % (ДИ 84–95 %), прогностическая ценность положительного результата – 87 % (ДИ 75–94 %), прогностическая ценность отрицательного результата – 94 % (ДИ 85–98 %), а площадь под кривой – 0,91 (отличное качество модели).

Сравнительные данные ROC-кривых КУУЗИ и УЗИ без КУ представлены на рис. 1.

Представленные показатели имеют сходную тенденцию с результатами, полученными Hu Y. et al.

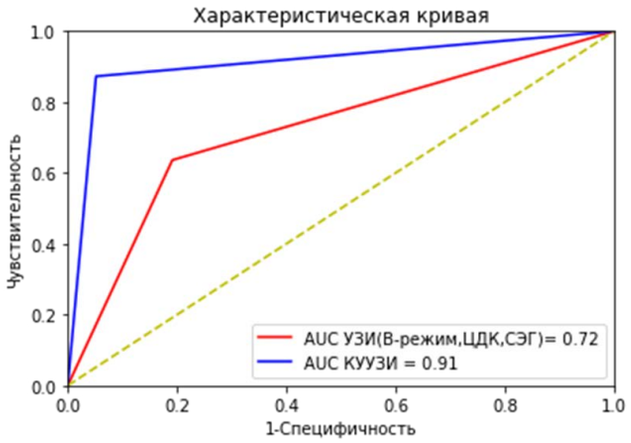

Рис. 1. ROC-кривая эффективности КУУЗИ и УЗИ без КУ в дифференциальной диагностике доброкачественных и злокачественных ОМТ. AUC для УЗИ без КУ – 0,72 (хорошее качество модели). AUC для КУУЗИ – 0,91 (отличное качество модели)

Fig. 1. ROC curve of the effectiveness of CEUS and ultrasound without CE in the differential diagnosis of benign and malignant STT. AUC for ultrasound without CE – 0.72 (good quality of the model). AUC for CEUS is 0.91 (excellent model quality)

в 2023 году [12]. Так, чувствительность УЗИ без КУ в нашем исследовании составила 82 %, а в исследовании Y. Hu et al. – 73 %, специфичность – 61 % и 82 %, площадь под кривой – 0,72 и 0,78 соответственно. Что касается чувствительности КУУЗИ, то в обоих случаях она оказалась одинакова – 94 %, специфичность – 88 % и 90,7 %, а площадь под кривой – 0,91 и 0,92 соответственно [12]. Большинство данных было сопоставимо, однако можно заметить, что в работе иностранных авторов УЗИ без КУ имело более высокую специфичность. Вероятно, это объясняется разными подходами к методике проведения исследований, а также высокой гетерогенностью изучаемой группы опухолей. Поэтому необходимо учитывать все факторы, которые могли повлиять на результаты, чтобы получить более полную картину при сравнении исследований.

На клиническом примере пациентки 76 лет с ОМТ левой голени продемонстрирован подробный анализ всех режимов мпУЗИ и КУУЗИ (рис. 2). В В-режиме определяется гипоэхогенное овальное образование, с достаточно четким, неровным контуром, размерами 12×7 мм. В режиме ЦДК регистрируются единичные локусы кровотока по периферии. В режиме СЭГ картируется 3-й эластотип. По совокупности результатов стандартных режимов (В-режима, ЦДК и СЭГ) четких, специфических признаков, подозрительных в отношении ЗНО, получено не было. Однако во время КУУЗИ определяется 5-й, спиралевидный паттерн, а при постпроцесинговом анализе – III тип кинетической кривой «усиление-время» с быстрым вымыванием контраста на 21-й секунде. Эти данные свидетельствуют об активном кровоснабжении ОМТ, которое характерно для саркомы.

При гистологическом исследовании от 03.07.2018 г. была обнаружена Low grade фибромиксоидная саркома мягких тканей голени на фоне рубцовой ткани и хронического продуктивного воспаления.

Таким образом, результаты КУУЗИ позволили точнее предположить характер новообразования, в то время как признаки, обнаруженные при стандартных режимах УЗИ, оказались неспецифичными для ЗНО, что могло привести к неверной диагностике.

Выводы

В ретроспективный анализ вошел широкий спектр ОМТ, в том числе саркомы и их рецидивы,

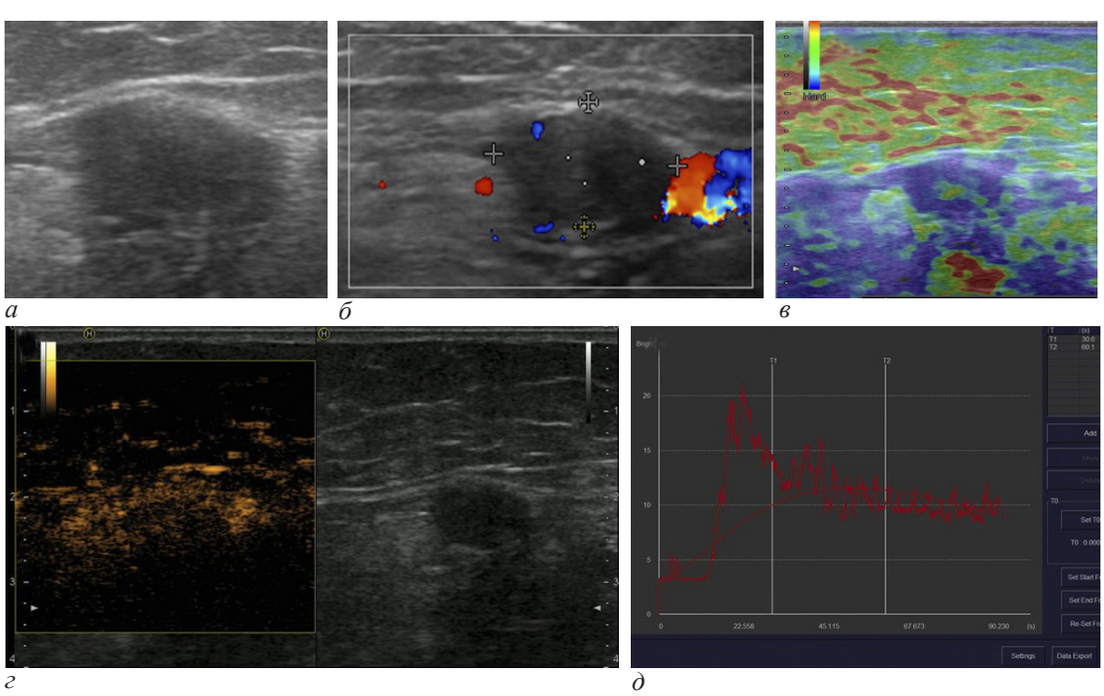

Рис. 2. Результаты мультипараметрического ультразвукового исследования: *а* – эхограмма В-режима; *б* – эхограмма режима цветного допплеровского картирования; *в* – эхограмма режима соноэластографи; *г* – эхограмма контрастного усиления; *д* – изображение построения кривой «усиление-время»

Fig. 2. Results of multiparametric ultrasound examination: *а* – B-mode echogram; *б* – echogram of color Doppler mapping mode; *в* – echogram of sonoelastography mode; *г* – contrast enhancement echogram; *д* – gain-time curve plotting image

что позволило нам попытаться провести оценку этой редкой патологии. Доброкачественные опухоли в нашем исследовании были меньше и располагались более поверхностно, чем злокачественные. Это используется врачами-клиницистами при обнаружении ОМТ, чтобы выделить подозрительные на саркому образования при осмотре пациента. Но только информации о размере и глубине недостаточно для определения природы опухоли. Поэтому необходимы данные методов медицинской визуализации, таких как УЗИ, которое является широкодоступным и обладает хорошей точностью. Однако наше исследование показало, что УЗИ с использованием лишь стандартных режимов значительно уступает КУУЗИ, которое продемонстрировало гораздо более высокую эффективность в дифференциальной диагностике доброкачественных и злокачественных ОМТ. Это делает данную методику ценным инструментом для врачей-диагностов и онкологов. Тем не менее необходимы дальнейшие исследования для более глубокого понимания возможностей КУУЗИ и включения его в диагностический алгоритм при выявлении мягкотканного образования, а также в программу контрольных наблюдений за областью рубца после иссечения саркомы.

Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов. / The authors declare that they have no conflict of interest.

Соответствие нормам этики / Ethics Compliance

Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо. Данное исследование одобрено этическим комитетом ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н. Н. Петрова» Минздрава России (протокол № 16 от 21.09.2023 г.). Подробная информация содержится в Правилах для авторов. / The authors confirm that the rights of people who participated in the study have been respected, including obtaining informed consent where necessary. This study was approved by the Ethics Committee of Petrov National Medical Research Center of Oncology (Protocol No. 16 dated September 21, 2023). Detailed information can be found in the Rules for Authors.

Литература / References

1. Dizon DS, Kamal AH. Cancer statistics 2024: All hands on deck. CA Cancer J. Clin. 2024;74:8–9. https:// doi.org/10.3322/caac.21824.

2. Weskamp P, Ufton D, Drysch M, et al. Risk factors for occurrence and relapse of soft tissue sarcoma. Cancers (Basel). 2022;14:1273. https:// doi.org/10.3390/cancers1405127.

3. Kallen ME, Hornick JL. The 2020 WHO Classification: What's New in Soft Tissue Tumor Pathology? Am. J. Surg. Pathol. 2021;45:e1–e23.

4. Noebauer-Huhmann IM, Vanhoenacker FM, Vilanova JC, et al. Soft tissue tumor imaging in adults: whole-body staging in sarcoma, non-malignant entities requiring special algorithms, pitfalls and special imaging aspects. Guidelines 2024 from the European Society of Musculoskeletal Radiology (ESSR). European Radiology. 2025 Jan;35(1):351-359. https://doi.org/10.1007/s00330-024-10897-z.

5. Ezuddin NS, Pretell-Mazzini J, Yechieli RL, et al. Local recurrence of soft-tissue sarcoma: Issues in imaging surveillance strategy. Skelet. Radiol. 2018;47:1595–1606. https://doi.org/10.1007/s00256–018–2965–x.

6. Клинические рекомендации «Саркомы мягких тканей». М., 2022. [Clinical Guidelines "Soft Tissue Sarcomas". Moscow, 2022. (In Russ.)].

7. Hung EH, Griffith JF, Ng AW, et al. Ultrasound of musculoskeletal soft-tissue tumors superficial to the investing fascia. AJR Am J Roentgenol. 2014;202(6):W532–W540. https://doi.org/10.2214/AJR.13.11457.

8. Smolle MA, Sande MV, Callegaro D, et al. Individualizing follow-up strategies in high-grade soft tissue sarcoma with flexible parametric competing risk regression models. Cancers (Basel). 2020;12(1):47. https://doi.org/10.3390/cancers12010047.

9. Lyshchik A. Specialty Imaging: Fundamentals of CEUS: Specialty Imaging: Fundamentals of CEUS E-Book. 2019.

10. Wu M, Hu Y, Hang J, et al. Qualitative and Quantitative Contrast-Enhanced Ultrasound Combined with Conventional Ultrasound for Predicting the Malignancy of Soft Tissue Tumors. Ultrasound Med Biol. 2022; 48:237–247. https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2021.10.007.

11. Кадырлеев Р. А., Бусько Е. А., Костромина Е. В., и др. Ультразвуковое исследование с контрастированием в алгоритме диагностики солидных образований почек (обзор литературы) // Лучевая диагностика и терапия. 2021. Т. 12, № 1. С. 14–23. [Kadyrleev RA, Busko EA, Kostromina EV, et al. Diagnostic algorithm of solid kidney lesions with contrast-enhanced ultrasound (review). Diagnostic radiology and radiotherapy. 2021;12(1):14–23. (In Russ.)]. https://doi.org/10.22328/2079-5343-2020-12-1-14-23.

12. Hu Y, Li A, Wu MJ, Ma Q, et al. Added value of contrast-enhanced ultrasound to conventional ultrasound for characterization of indeterminate soft-tissue tumors. The British Journal of Radiology. 2023;96(1141):20220404. https://doi.org/ 10.1259/bjr.20220404.

13. Itoh A, Ueno E, Tohno E, et al. Breast Disease: Clinical Application of US Elastography for Diagnosis. Radiology. 2006;239:341–350.https://doi.org/10.1148/radiol. 2391041676.

14. Cohen J, Riishede I, Carlsen JF, et al. Can Strain Elastography Predict Malignancy of Soft Tissue Tumors in a Tertiary Sarcoma Center? Diagnostics. 2020;10:148. https://doi.org/10.3390/diagnostics10030148.

15. Бусько Е. А., Мищенко А. В., Семиглазов В. В., и др. Способ дифференциальной диагностики образований молочной железы и мягких тканей: Патент № 2634783 С1 Российская Федерация, МПК A61B 8/08, A61B 8/06. Приоритетная справка № 2016127079 от 07.07.2016. [Bus'ko E.A., Mishchenko A.V., Semiglazov V.V., et al. Sposob differentsial'noi diagnostiki obrazovanii molochnoi zhelezy i myagkikh tkanei: Patent № 2634783 C1 Russian Federation, IPC A61B 8/08, A61B 8/06. Prioritetnaya spravka № 2016127079, 07.07.2016. (In Russ.)].

Информация об авторах

Любимская Эльвира Сергеевна – аспирант научного отделения диагностической и интервенционной радиологии, врач ультразвуковой диагностики отделения лучевой диагностики, Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н. Н. Петрова, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: elialiubimskaia@gmail.com, ORCID: 0000-0002-2038-3964.

Бусько Екатерина Александровна – д-р мед. наук, ведущий научный сотрудник научного отделения диагностической и интервенционной радиологии, врач ультразвуковой диагностики, врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики, Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н. Н. Петрова, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: katrn@mail.ru, ORCID: 0000-0002-0940-6491.

Гончарова Анастасия Борисовна – канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры теории систем управления электрофизической аппаратурой, Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: a.goncharova@spbu.ru, ORCID: 0000-0002-7980-1657.

Кадырлеев Роман Андреевич – канд. мед. наук, врач ультразвуковой диагностики отделения лучевой диагностики, Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н. Н. Петрова, ассистент кафедры лучевой диагностики Медицинского института, Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: romankadyrleev@gmail.com, ORCID: 0000-0001-6576-1087.

Козубова Ксения Вячеславовна – врач ультразвуковой диагностики отделения лучевой диагностики, Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н. Н. Петрова, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: dr.kozubova@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-9611-0439.

Зиновьев Григорий Владимирович – канд. мед. наук, зав. хирургическим отделением опухолей костей, мягких тканей и кожи, врач-онколог, доцент отдела дополнительного профессионального образования, Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н. Н. Петрова, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: zinovevgrigory@gmail.com, ORCID: 0000-0003-1639-2443.

Щукин Владимир Владимирович – канд. мед. наук, врач-онколог, Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н. Н. Петрова, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: vvshchukin.sib.58@yandex.ru, ORCID: 0009-0006-5267-9184.

Исаева Патимат Абдулкадыровна – зав. диагностическим отделением Республиканского диагностического центра, врач ультразвуковой диагностики, врач-рентгенолог, врач-онколог, ГБУ Республики Дагестан «Республиканский онкологический центр», г. Махачкала, Россия, e-mail: isaeva_80@inbox.ru, ORCID: 0009-0005-5140-320X.

Байкалова Ольга Игоревна – канд. мед. наук, врач-онколог, хирург клинико-диагностического отделения, Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н. Н. Петрова, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: Oolgabajikalova@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-8225-5522.

Буровик Илья Александрович – канд. мед. наук, заведующий отделением лучевой диагностики, научный сотрудник научного отделения диагностической и интервенционной радиологии, Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н. Н. Петрова, доцент кафедры лучевой диагностики медицинского института, Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия, e-mail:burovick_ilya@mail.ru, ORCID: 0000-0002-4714-1228.

Багненко Сергей Сергеевич – д-р мед. наук, профессор, заведующий научным отделением, ведущий научный сотрудник научного отделения диагностической и интервенционной радиологии, Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н. Н. Петрова, профессор кафедры лучевой диагностики и биомедицинской визуализации, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, Санкт-Петербург, Россия, e-mail:bagnenko_ss@mail.ru, ORCID: 0000-0002-4131-6293.

Authors information

Lyubimskaya Elvira S. – Postgraduate Student, Scientific Department of Diagnostic and Interventional Radiology, Ultrasound Diagnostics Doctor, Radiation Diagnostics Department, Petrov National Medical Research Center of Oncology, Saint Petersburg, Russia, e-mail: elialiubimskaia@gmail.com, ORCID: 0000-0002-2038-3964.

Busko Ekaterina A. – DSc Med., Assoc. Prof., Leading Researcher, Scientific Department of Diagnostic and Interventional Radiology, Ultrasound Diagnostics Doctor, Radiologist, Radiation Diagnostics Department, Petrov National Medical Research Center of Oncology; Professor, Radiation Diagnostics Department, Medical Institute, St. Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia, e-mail: katrn@mail.ru, ORCID: 0000-0002-0940-6491.

Goncharova Anastasia B. – Candidate (PhD) in Physics and Mathematics, Associate Professor, Department of Theory of Control Systems of Electrophysical Equipment, St. Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia, e-mail: a.goncharova@spbu.ru, ORCID: 0000-0002-7980-1657.

Kadyrleev Roman A. – Candidate (PhD) of Medical Sciences, Ultrasound Diagnostics Doctor, Radiation Diagnostics Department, Petrov National Medical Research Center of Oncology; Assistant, Radiologic Diagnostics Department, Medical Institute, St. Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia, e-mail: romankadyrleev@gmail.com, ORCID: 0000-0001-6576-1087.

Kozubova Ksenia V. – Ultrasound Diagnostics Doctor, Radiation Diagnostics Department, Petrov National Medical Research Center of Oncology, Saint Petersburg, Russia, e-mail: dr.kozubova@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-9611-0439.

Zinoviev Grigory V. – Candidate (PhD) of Medical Sciences, Head, Surgical Department of Bone, Soft Tissue and Skin Tumors, Oncologist, Associate Professor, Department of Additional Professional Education, Petrov National Medical Research Center of Oncology, Saint Petersburg, Russia e-mail: zinovevgrigory@gmail.com, ORCID: 0000-0003-1639-2443.

Shchukin Vladimir V. – Candidate (PhD) of Medical Sciences, Oncologist, Petrov National Medical Research Center of Oncology, Saint Petersburg, Russia, e-mail:vvshchukin.sib.58@yandex.ru, ORCID: 0009-0006-5267-9184.

Isaeva Patimat A. – Head, Diagnostic Department, Republican Diagnostic Center, Ultrasound Diagnostician, Radiologist, Oncologist, Republican Oncology Center, Republic of Dagestan, Russia, Makhachkala, Russia, e-mail: isaeva_80@inbox.ru, ORCID: 0009-0005-5140-320X.

Baikalova Olga I. – Candidate (PhD) of Medical Sciences, Oncologist, Surgeon, Clinical Diagnostic Department, Petrov National Medical Research Center of Oncology, Saint Petersburg, Russia, e-mail: Oolgabajikalova@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-8225-5522.

Burovik Ilya A. – Candidate (PhD) of Medical Sciences, Head, Department of Radiation Diagnostics, Researcher, Scientific Department of Diagnostic and Interventional Radiology, Radiologist, Petrov National Medical Research Center of Oncology; Associate Professor, Department of Radiologic Diagnostics, Medical Institute, St. Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia, e-mail:burovick_ilya@mail.ru, ORCID: 0000-0002-4714-1228.

Bagnenko Sergey S. – Dr. Sc. Med., Prof., Head, Scientific Department, Leading Researcher, Scientific Department of Diagnostic and Interventional Radiology, Petrov National Medical Research Center of Oncology; Professor, Department of Radiation Diagnostics and Biomedical Imaging, St. Petersburg State Pediatric Medical University, Saint Petersburg, Russia, e-mail:bagnenko_ss@mail.ru, ORCID: 0000-0002-4131-6293.