Check for updates

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Оригинальная статья
УДК 618.19:616-073.43-073.755.4:614.2
https://doi.org/10.52560/2713-0118-2026-2-35-50

Контраст-усиленное ультразвуковое исследование в диагностике заболеваний молочных желез: современные тенденции и перспективы применения

Вероника Евгеньевна Гажонова[1], Ирода Закирходжаевна Пулатова[2], Александр Васильевич Зубарев[3]

[1, 3] ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» УД Президента РФ, Москва, Россия

[2] Центр развития профессиональной квалификации медицинских работников, Ташкент, Узбекистан

[1] https://orcid.org/ 0000-0003-4742-9157

[2] https://orcid.org/ 0000-0003-4030-9486

[3] https://orcid.org/0000-0002-9318-5010

Автор, ответственный за переписку: Ирода Закирходжаевна Пулатова, Iroda1979@mail.ru

Аннотация

Цель исследования. Изучить возможности и перспективы УЗИ с контрастным усилением у пациенток с очаговыми образованиями молочной железы.

Материалы и методы. В данное проспективное исследование были включены 66 женщин в возрасте от 33 до 71 года с наличием очаговых образований в молочной железе. В диагностический ультразвуковой комплекс входила эхография молочных желез в В-режиме и в режиме эхоконтрастирования с применением контрастного препарата «Соновью».

Результаты исследования. Среднее время поступления контрастного вещества и показатели времени от начала инъекции до периода пика накопления при злокачественных образованиях молочной железы достоверно сокращалось в 1,6 раза. Уровень пиковой интенсивности (PI) при злокачественных образованиях молочной железы, наоборот, повышался в 1,5 раза по отношению к пиковой интенсивности при доброкачественных новообразованиях. Показатели времени вымывания контраста увеличивались в 1,4 раза при злокачественных образованиях молочной железы по отношению к данным при доброкачественных образованиях молочной железы. Кроме того, наблюдалось значительно большее значение пиковой интенсивности при злокачественных поражениях молочной железы, возрастающий наклон TIC-кривой и площадь под ней ($p < 0,01$). При анализе графика кривых зависимости времени контрастирования от ее интенсивности отмечалось, что в 88,4 % случаев при злокачественных очаговых образованиях молочной железы тип кривой был быстро нарастающим и медленно

© Гажонова В. Е., Пулатова И. З., Зубарев А. В., 2026

спадающим, в то время как при доброкачественных поражениях молочной железы отмечалось 2 варианта кривых: в 75,3 % случаев тип кривой был медленно нарастающим и быстро спадающим, в 17, 8% случаев — быстро нарастающим и быстро спадающим.

Выводы. Метод контраст-усиленного ультразвукового исследования представляет собой многообещающий инструмент для диагностики заболеваний молочных желез в клинической практике отечественного здравоохранения с учетом высокой информативности, быстроты проведения и отсутствия лучевой нагрузки.

Ключевые слова: контраст-усиленное ультразвуковое исследование, опухоли молочной железы, В-режим

Для цитирования: Гажонова В. Е., Пулатова И. З., Зубарев А. В. Контраст-усиленное ультразвуковое исследование в диагностике заболеваний молочных желез: современные тенденции и перспективы применения // Радиология — практика. 2026;2:35-50. https://doi.org/10.52560/2713-0118-2026-2-35-50

Источники финансирования

Исследование не финансировалось какими-либо источниками.

Конфликт интересов

Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов. Мнения, изложенные в статье, принадлежат авторам рукописи. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Соответствие принципам этики

Работа соответствует этическим нормам Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2008 года и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003.

ORIGINAL RESEARCH

Original article

Contrast-enhanced Ultrasonic Examination in the Diagnosis of Breast Diseases: Current Trends and Prospects

Veronika E. Gazhonova[1], Iroda Z. Pulatova[2], Aleksandr V. Zubarev[3]

[1, 3] Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education «Central State Medical Academy» of the Administrative Department of the President of the Russian Federation, Moscow, Russia

[2] Center for the Development of Professional Qualifications of Medical Workers, Tashkent, Uzbekistan

[1] https://orcid.org/ 0000-0003-4742-9157

[2] https://orcid.org/ 0000-0003-4030-9486

[3] https://orcid.org/0000-0002-9318-5010

Corresponding author: Iroda Z. Pulatova, Iroda1979@mail.ru

Abstract

Aim. To examine the capabilities and prospects of contrast-enhanced ultrasound in patients with focal breast lesions.

Materials and Methods. This prospective study included 66 women aged 33 to 71 years with focal breast lesions. The diagnostic ultrasound suite included breast ultrasound in B-mode and echo-contrast mode using the Sonovue contrast agent.

Results. The mean time of contrast agent arrival and the time from the start of injection to peak accumulation in malignant breast lesions were significantly reduced by 1.6 times. Conversely, the peak intensity (PI) in malignant breast lesions increased by 1.5 times compared to the peak intensity in benign lesions. Contrast washout times increased by 1.4 times in malignant breast lesions compared to benign breast lesions. Furthermore, significantly higher peak intensities were observed in malignant breast lesions, along with an increasing slope of the TIC curve and area under the curve ($p < 0.01$). When analyzing the graph of the contrast enhancement time versus intensity curves, it was noted that in 88.4 % of cases of malignant focal breast lesions, the curve pattern was rapidly increasing and slowly decreasing, while in benign breast lesions, two curve patterns were observed: in 75.3 % of cases, the curve pattern was slowly increasing and rapidly decreasing, and in 17.8 % of cases, it was rapidly increasing and rapidly decreasing.

Conclusions. Contrast-enhanced ultrasound is a promising tool for diagnosing breast diseases in clinical practice in Russian healthcare, given its high information content, rapid procedure, and absence of radiation exposure.

Keywords: contrast-enhanced ultrasound, breast tumors, B-mode

For citation: Gazhonova V. E., Pulatova I. Z., Zubarev A. V. Contrast-Enhanced Ultrasound in the Diagnosis of Breast Diseases: Current Trends and Application Prospects. *Radiology — Practice*. 2026;2:35-50. (In Russ.). https://doi.org/10.52560/2713-0118-2026-2-35-50

Funding

The study was not funded by any sources.

Conflicts of Interest

The authors state that this work, its topic, subject and content do not affect competing interests. The opinions expressed in the article belong to the authors of the manuscript. The authors confirm the compliance of their authorship with the international ICMJE criteria (all authors have made a significant contribution to the development of the concept, the preparation of the article, read and approved the final version before publication).

Compliance with Ethical Standards

The work complies with the ethical standards of the Helsinki Declaration of the World Medical Association «Ethical Principles of conducting scientific medical research with human participation» as amended in 2008 and the «Rules of Clinical Practice in the Russian Federation» approved by the Order of the Ministry of Health of the Russian Federation dated 06/19/2003.

Введение

Рак молочной железы (РМЖ) продолжает занимать лидирующие позиции по распространенности и смертности среди онкологических заболеваний не только в общемировой практике, но и в Российской Федерации, и в Узбекистане [2, 3, 7]. В настоящее время во всем мире отмечается тенденция к росту злокачественных новообразований молочной железы среди женщин [5]. Несмотря на активно работающие профилактические меры по выявлению онкологии молочной железы и программы скринингового обследования, одногодичная летальность и частота поздней диагностики не имеют тенденции к выраженному снижению [6]. В то же время, несмотря на весьма оптимистичные показатели 5-летней выживаемости больных РМЖ 0 и I стадии, приближающиеся к 100 %, при II стадии заболевания данный показатель неуклонно снижается до 93 %, при III стадии — до 72 %, при IV — до 22 % [8].

Несмотря на агрессивность факторов риска и многообразие вариабельности заболевания, ранняя диагностика рака молочных желез на доклинической стадии развития остается одной из приоритетных задач противоопухолевой борьбы [14].

Несомненно, возникают различные трудности в дифференциальной диагностике очаговых образований молочных желез в связи с отсутствием единого алгоритма в клинико-диагностическом поиске, неправильной тактикой ведения пациента, многообразием и схожестью семиотики, а также омоложением рака и более агрессивным течением его у молодых женщин [13].

Все эти обстоятельства предполагают поиск дополнительных методик исследования по оптимизации уже существующих методов диагностики с учетом повышения эффективности каждой.

В дифференциальной диагностике генеза любого образования большое значение имеет анализ его васкуляризации, а если быть точнее, то микроваскуляризации. С целью более детального изучения низкоскоростного кровотока и характера перфузии в образовании стала активно применяться методика ультразвукового исследования с контрастным усилением (КУУЗИ).

Контрастная эхография рассматривается сегодня как важный, а иногда просто необходимый метод диагностики опухолевых образований в молочных железах. Болюсная внутривенная инъекция микропузырьковой взвеси обеспечивает визуализацию микрокровотока в сосудах опухоли за счет повышения соотношение сигнал-шум от контрастного вещества и окружающих сосуды тканей. При этом получают отображение невидимые при обычном ультразвуковом исследовании (УЗИ) опухолевые сосуды, а окружающие их ткани не заполняются контрастным веществом. Это отличает ультразвуковые контрастные препараты от рентгеноконтрастных и парамагнетиков, которые распределяются как по сосудам, так и по межклеточному пространству, иногда скрывая информацию о самих опухолевых сосудах.

Сегодня технология КУУЗИ позволяет как количественно, так и качественно оценить васкуляризацию опухолевого сосудистого поражения. За счет детализации сосудистой архитектоники узловых образований и прилегающих тканей можно сократить количество дополнительных методов обследования и биопсий, прогнозировать объемы хирургического и комплексного лечения [4].

Цель: изучить возможности и перспективы УЗИ с контрастным усилением у пациенток с очаговыми образованиями молочной железы.

Материалы и методы

В данное проспективное исследование были включены 66 женщин в возрасте от 33 до 71 года (средний возраст женщин составил 48 ± 7,7 года) с нали-

чием очаговых образований в молочной железе. Число женщин репродуктивного возраста составило 45 (68,2 %), тогда как количество женщин в менопаузе — 21 (31,8 %).

В диагностический ультразвуковой комплекс входила эхография молочных желез в В-режиме и в режиме эхоконтрастирования с применением контрастного препарата «Соновью». Исследования проводились на ультразвуковых сканерах экспертного класса Logiq E10 (GE Healthcare, Miwaukee, WI, USA), CANON Aplio I 800 (Япония), Samsung RS 85 (Корея), Mindray Resona 7 (China) датчиками с диапазоном частот 9–24 МГц.

Все опухоли первоначально исследовались с помощью стандартной ультразвуковой диагностики в В-режиме и традиционно оценивались такие критерии, как форма, контуры, размеры, количество образований, границы, наличие акустической тени или микрокальцинатов, пространственная ориентация.

В качестве ультразвукового контрастного вещества в данном исследовании использовался препарат «Соновью» (Bracco, Милан, Италия) в дозировке 2,4–4,8 мл, который внутривенно вводился болюсно. Запись УЗ-данных эхоконтрастирования выполнялась в течение 120 секунд для дальнейшей обработки и анализа. Оценивались качественные параметры васкуляризации: степень контрастирования, характер накопления и распределения, скорость накопления и вымывания, дефекты перфузии, площадь опухоли до и после контрастирования. Проводилось построение кривых с расчетом количественных параметров (TIC): максимальный градиент (MGrad), время максимального градиента (MGT), средний градиент при пиковой интенсивности (Grad), время поступления (ArT), время до пика (TtoP), пиковая интенсивность (PI), площадь под кривой (AUC), площадь под кривой области фазы накопления (WiAUC), площадь под кривой области фазы вымывания (WoAUC).

Все результаты серошкальных ультразвуковых показателей были сопоставлены с результатами патоморфологического исследования.

Статистический анализ данных был проведен с помощью встроенной программы Excel-2017. Данные представлены в виде $M \pm \sigma$ где M — среднее арифметическое значение; σ — стандартное отклонение. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты исследования

В нашем исследовании при проведении детальной ультразвуковой визуализации в В-режиме у 66 женщин было выявлено 78 опухолевых образований.

Все выявленные очаговые образования по результатам морфологических исследований были разделены на две группы: первую группу составили 52 (66,7 %) злокачественных образования: внутрипротоковая карцинома in situ (n = 4), инвазивный протоковый рак (n = 26), инвазивная дольковая карцинома (n = 19), муцинозный рак (n = 3). Вторую группу составили 26 (33,3 %) образований, у которых опухолевый рост имел доброкачественный характер: фиброаденомы (n = 14), внутрипротоковые папилломы (n = 4), аденозы (n = 5), стромальные фиброзы (n = 3).

В ходе нашей работы были проанализированы особенности визуализации при ультразвуковом исследовании с контрастным усилением злокачественных и доброкачественных образований молочной железы (табл. 1).

Результаты показали очевидные различия в характеристиках визуализации при ультразвуковом исследовании с контрастным усилением между группами злокачественных и доброкачественных образований ($p < 0,05$).

Для злокачественных опухолей молочной железы характерными призна-

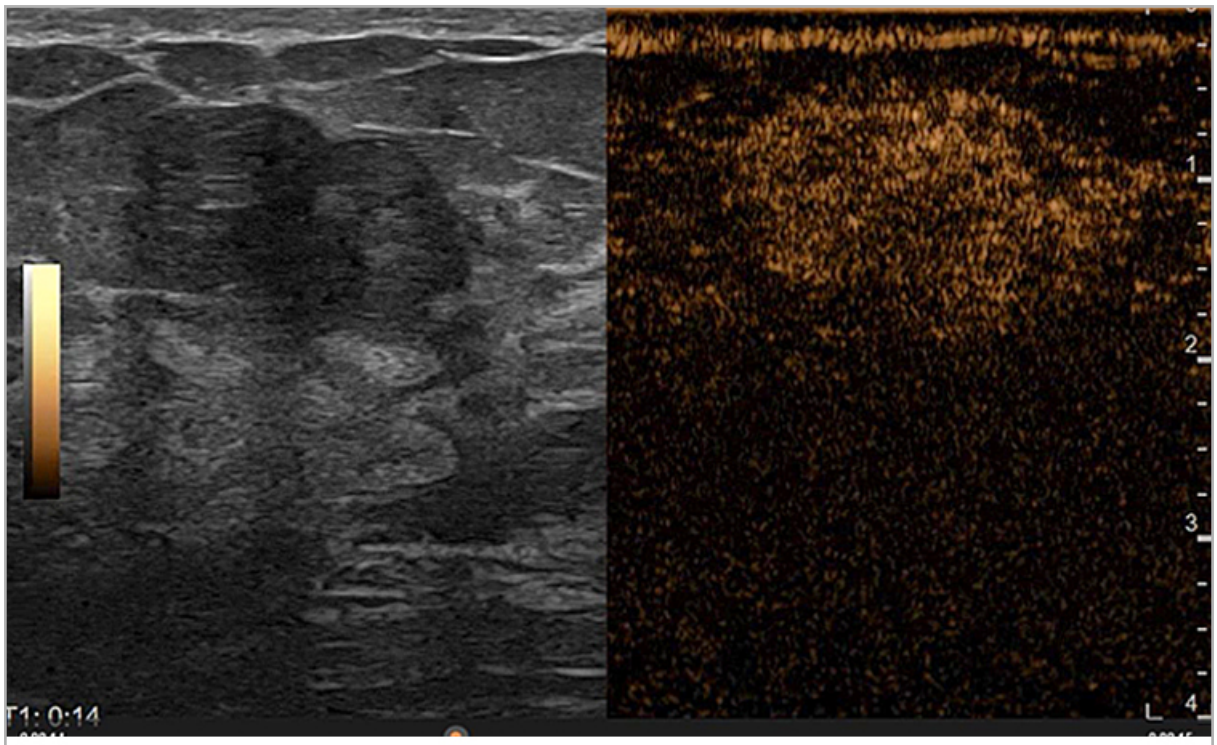
Таблица 1

Качественные характеристики показателей КУУЗИ среди обследованных женщин

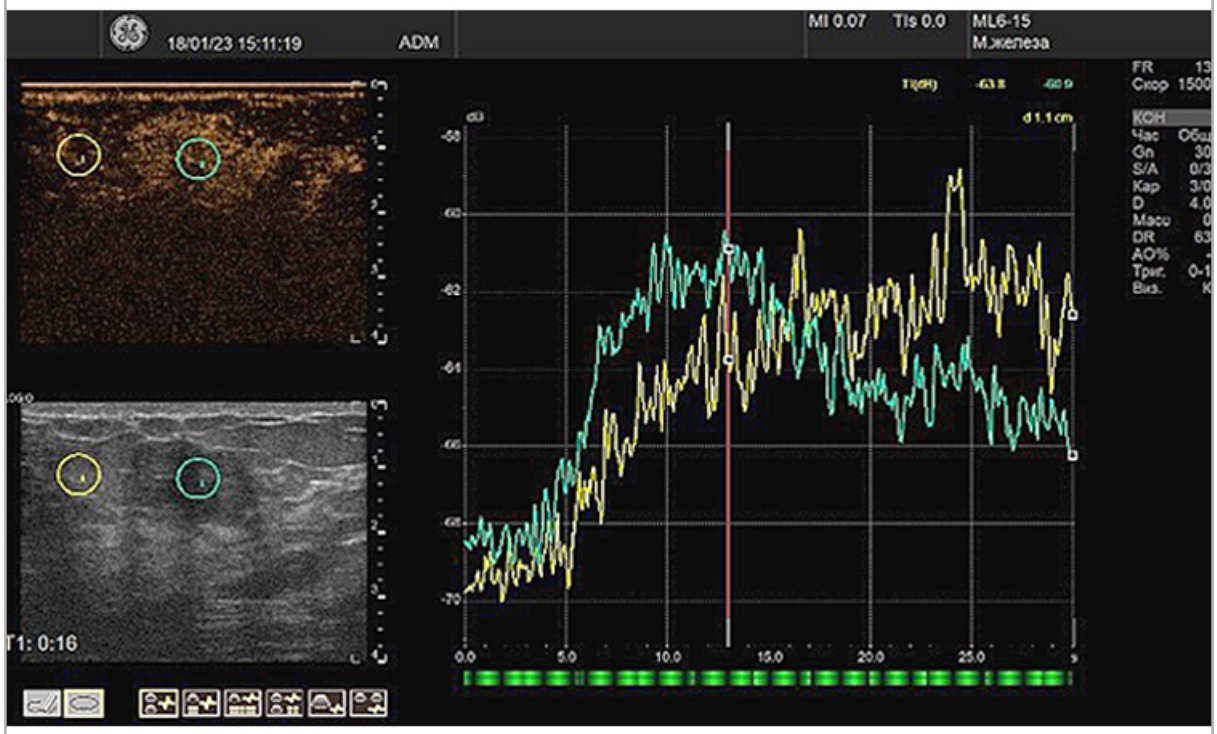
Критерии	Злокачественные очаги, n = 52		Доброкачественные очаги, n = 26		Достоверность данных
	абс.	%	абс.	%	
Скорость накопления:					
повышенная	46	88,5	15	57,7	$p > 0,05$
синхронная	5	9,6	6	23,1	$p < 0,05$
пониженная	1	1,9	5	19,2	$p < 0,01$
Степень контрастирования:					
изо-/гипо-	19	36,5	21	80,8	$p < 0,05$
гипер-	33	63,5	5	19,2	$p < 0,01$
Структура:					
гомогенная	13	25,0	19	73,1	$p < 0,05$
гетерогенная	39	75,0	7	26,9	$p < 0,05$
Контуры:					
четкие	11	21,2	16	61,5	$p < 0,01$
размытые	41	78,8	10	38,5	$p < 0,05$
Дефект перфузии:					
отсутствует	6	11,5	23	88,5	$p < 0,01$
присутствует	46	88,5	3	11,5	$p < 0,01$
Перфораторные сосуды:					
отсутствуют	20	38,5	21	80,8	$p < 0,05$
присутствуют	32	61,5	5	19,2	$p < 0,01$
Размер после контрастирования:					
без изменений	18	34,6	22	84,6	$p < 0,05$
увеличился	34	65,4	4	15,4	$p < 0,01$

ками являлись неправильная форма и архитектоника сосудов, неравномерное распределение контрастного вещества, дефекты наполнения и удержания эхоконтраста, режим быстрого вымывания, нечеткие границы. И наоборот, доброкачественные поражения характеризовались замедленным или синхронным вымыванием (рис. 1).

Мы обнаружили, что по интенсивности накопления (в сравнении с неизмененной окружающей тканью) злокачественные узловые образования быстрее в сравнении с окружающей паренхимой накапливают контраст. В доброкачественных образованиях оно сопоставимо с окружающими тканями, реже интенсивность накопления кон-



а



б

Рис. 1. Атипичная фиброаденома. Эхоконтрастное исследование. *а* — при качественной оценке тип контрастирования соответствует доброкачественному типу с равномерным заполнением контрастом сосудов внутри образования, с гиперусилением; *б* — TIC-кривая интенсивности контрастирования во времени. При сопоставлении с контрастированием неизмененной паренхимы время появления контраста в образовании совпадает со временем появления контраста в ткани, интенсивность усиления сопоставима с таковой в паренхиме железы, с незначительным вымыванием контраста и длительным контрастированием (соответствует 1-му типу)

траста окружающими тканями превосходит таковую узловым образованием. Мы подтвердили эти данные, но только при крупных образованиях. При этом в них отмечалось кольцевидное контрастирование с центростремительными пенетрирующими сосудами, тогда как при небольших образованиях наблюдалось равномерное контрастирование с увеличением площади контрастирования по периферии. Мы отметили раннее контрастирование опухолевых сосудов на первых секундах от начала введения, затем продолжительное контрастирование и наличие периопухолевой зоны накопления контрастного вещества (рис. 2).

Согласно результатам нашего исследования, представленным данных в табл. 2, среднее время поступления контрастного вещества и показатели времени от начала инъекции до периода пика накопления при злокачественных образованиях молочной железы достоверно сокращалось в 1,6 раза. Уровень пиковой интенсивности (PI) при злокачественных образованиях молочной железы, наоборот, повышался в 1,5 раза по отношению к пиковой интенсивности при доброкачественных новообразованиях.

Показатели времени вымывания контраста увеличивались в 1,4 раза при злокачественных образованиях молочной железы по отношению к данным при доброкачественных образованиях молочной железы.

Результаты исследования параметров гемодинамики и перфузии при очаговых образованиях молочной железы показали, что время перфузии и время достижения пика контрастирования (TTP) при злокачественных поражениях были достоверно короче ($p < 0,01$), чем при доброкачественных опухолях. Однако время вымывания (WoT) при злокачественных поражениях молочной железы было больше, чем при доброкачественных. Кроме того, наблюдались значительно большее значение пиковой интенсивности при злокачественных поражениях молочной железы, возрастающий наклон TIC- кривой и площадь под ней ($p < 0,01$).

При анализе графика кривых зависимости времени контрастирования от ее интенсивности отмечалось, что в 88,4 % случаев при злокачественных очаговых образованиях молочной железы тип кривой был быстро нарастающим и медленно спадающим, в то время как при доброкачественных поражениях молочной железы отмечалось два варианта кривых: в 75,3 % случаев тип кривой был медленно нарастающим и быстро спадающим, в 17,8 % случаев – быстро нарастающим и быстро спадающим.

По нашим данным, некоторые случаи с пролиферирующим аденозом и внутрипротоковыми папилломами также были гиперусилены после контрастирования и также имели быстрый wash in, но более медленный wash out (рис. 3).

Это приводит к ложноположительным заключениям о злокачественности. Но не только заключение контрастного УЗИ и мультипараметрического УЗИ ошибочно трактует такие участки, как неоплазия. И магнитно-резонансная томография, и контрастная маммография также демонстрируют накопление контраста в таких зонах, а за счет незначительных размеров оценить дополнительные параметры DWI не всегда возможно, что также приводит к повышению категории BIRADS и направлению на биопсию.

Обсуждение

В настоящее время мы можем наблюдать немалое количество научных трудов зарубежных коллег, посвященных изучению, методике исследования, стандартизации, поиску дифференциально-диагностических критериев при контраст-усиленном ультразвуковом исследовании. Несмотря на возрастающий интерес к данной методике, вопросы анализа и

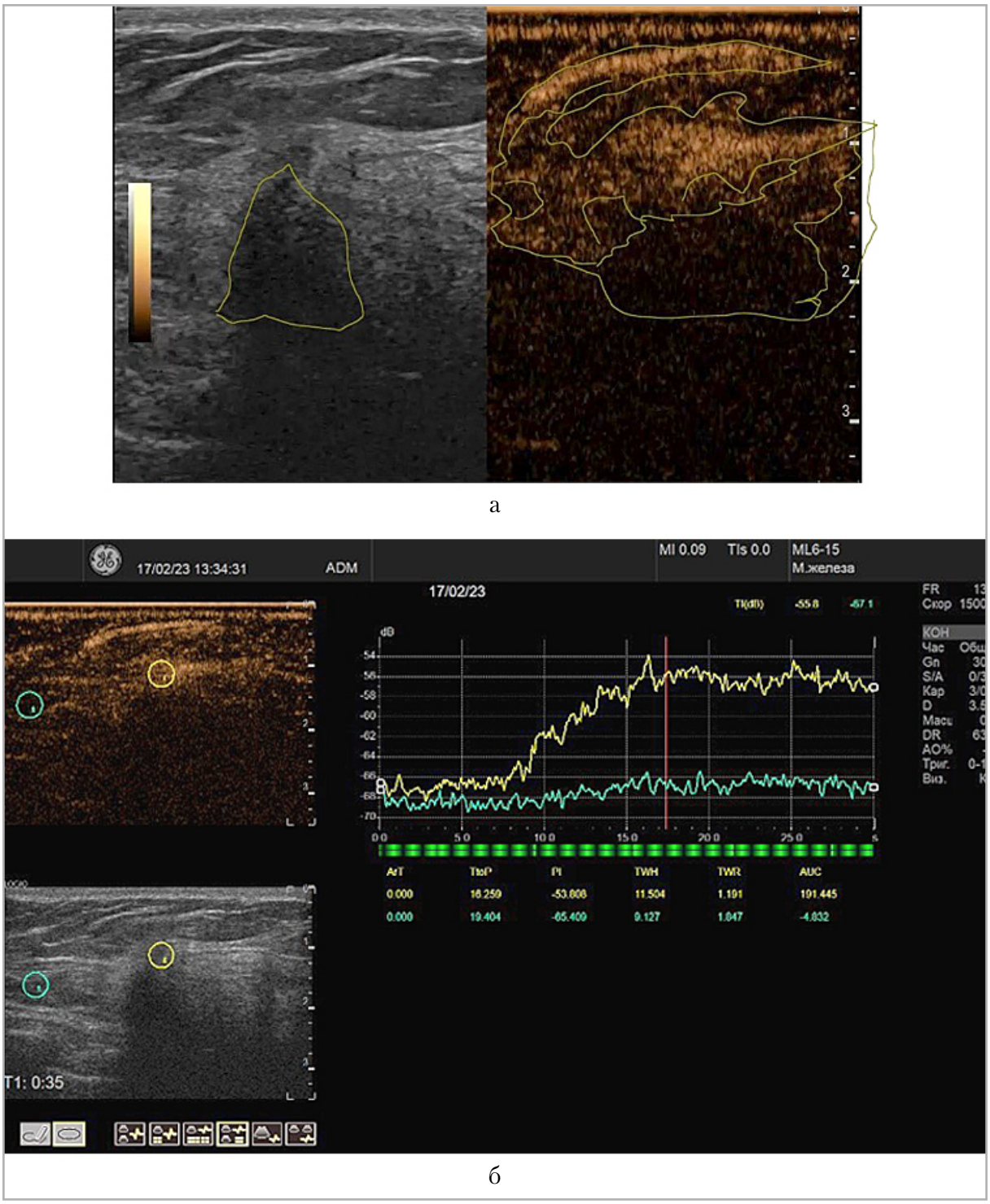


Рис. 2. Пациентка 32 лет. Инвазивный неспецифицированный рак правой молочной железы (люминальный В HER2-позитивный). Контрастное УЗИ: *а* — при качественном анализе установлено, что после внутривенного введения контраст заполняет неравномерно опухоль в виде зоны с гиперусилением и «немым» центром по типу короны с лучами, с превосходящей зоной контрастирования самого теневого образования; *б* — определяется раннее появление контрастирования с быстрым подъемом в артериальную фазу, раньше, чем в референтной ткани, и продолжительным интенсивным контрастированием и длительным медленным вымыванием контраста и далее с выходом на плато. Тип 2. По интенсивности контрастирования опухоль в 6 раз интенсивнее контрастируется, чем референтная ткань. Длительность пикового контрастирования опухоли составляет 10 с. Параметры эхоконтрастирования соответствуют злокачественному типу образования

Таблица 2

Количественные характеристики показателей КУУЗИ среди обследованных женщин

Количественные критерии (M ± m)			
	Злокачественные	**Доброкачественные**	
Среднее время поступления (ArT)	22,45 ± 16,2	36,41 ± 1,4	p < 0,01
Время до пика (TTP)	16,38 ± 3,8	26,17 ± 5,6	p < 0,01
Пиковая интенсивность (PI)	10,01 ± 4,4	6,51 ± 3,5	p < 0,01
Площадь под кривой (AUC)	329,18 ± 112,3	211,22 ± 82,4	p < 0,01
Время вымывания (WoT)	152,42 ± 32,1	107,24 ± 23,3	p < 0,05

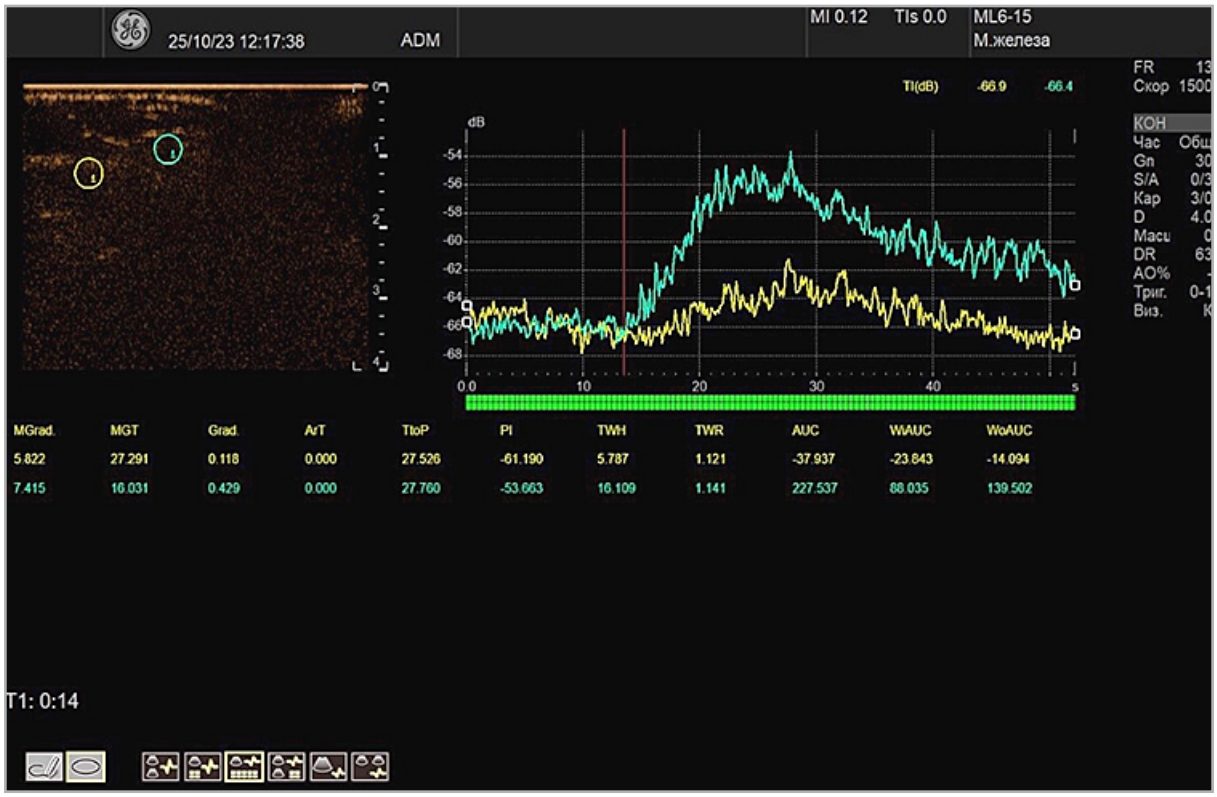


Рис. 3. Пациентка 53 лет. Пролиферирующий аденоз. TIC-анализ. Определяется относительно медленное появление контрастирования и медленное его вымывание. По интенсивности контрастирования опухоль в 6 раз интенсивнее контрастируется, чем референтная ткань, что свидетельствует в пользу доброкачественных типов кинетических кривых контрастирования. BIRADS 4а по совокупным данным УЗИ

оценки эффективности эхоконтрастирования при очаговых заболеваниях молочных желез остаются дискутабельными и недостаточно стандартизированными.

Контраст-усиленное УЗИ, как и любой метод визуализации, имеет свои ограничения. Одни связаны с особенностями и свойствами самого метода: оператор-зависимость, узость поля обзора, субъективность. Другие связаны с контрастом: высокая стоимость, малая распространенность, необходимость обучения. Третьи уже связаны с возможностями эхографии в обнаружении особых вариантов рака.

Применение искусственного контрастирования повышает диагностическую ценность ультразвукового метода [9]. Возможность оценки и дифференциальной диагностики в образованиях при эхоконтрастировании обеспечивается особенностями опухолевой гемодинамики.

К качественным критериям контрастирования относят: тип контрастирования (отсутствие контрастного усиления, гипо-, изо- или гиперусиление), степень накопления эхоконтраста (центробежное (центрифугальное), центростремительное (центрипетальное), диффузное), характер заполнения контрастом опухоли (однородный, неоднородный), время появления эхоконтраста (раннее, позднее) [12].

Так, Li X. и соавт. сравнили сосудистую архитектонику при контрастном усилении при раке молочной железы с патоморфологическими заключениями, предложив три паттерна контрастного усиления: гомогенный, периферический и регионарный. Они доказали, что накопление контрастного препарата «Соновью» в ткани опухоли молочной железы коррелирует с плотностью сосудов при гистологии [11].

Известно, что по характеру накопления и распределения контраста при раке оно преимущественно неоднородное, при доброкачественных образованиях — более равномерное. Есть мнение, что доброкачественные узловые образования молочной железы в равной пропорции демонстрируют как однородное, так и неоднородное накопление контраста, что зависит от выраженности фиброзного компонента, наличия зон дегенерации в узловом образовании. Очевидной причиной разночтений в получаемых результатах является гетерогенная структура фиброаденом: в образованиях, в которых преобладает фиброзный компонент, плотность сосудистой сети меньше, чем в фиброаденомах с высокой долей растущего эпителиального компонента. Как доброкачественные, так и злокачественные поражения молочной железы могут иметь различные паттерны микроциркуляции, и один паттерн не может предоставить всю информацию о микроциркуляторном русле или привести к правильному диагнозу.

Например, специфичность утверждения, что поражения с гиперинтенсивным контрастированием с большей вероятностью являются злокачественными, составила только 56,80 %. При этом гиперусиление также демонстрировали 43,16 % доброкачественных поражений. В то же время только 18,75 % злокачественных поражений показали гипо- или изоусиление. То есть поражения с гиперусилением необязательно являются злокачественными, делают вывод авторы. С другой стороны, если поражение демонстрирует гипо- или изоусиление, риск малигнизации может быть относительно низким [17].

Большинство исследователей сходятся во мнении, что УЗИ с контрастным усилением имеет равноценную или большую информативность, чем обычное УЗИ в диагностике рака молочной железы.

По нашим данным, часто встречаются гиперваскулярные фиброаденомы, которые могут симулировать опухоли тройного негативного типа с учетом их васкулярности и, соответственно, также более низкой эхогенности. Однако тип и характер кинетических кривых полностью соответствовали доброкачественным типам по позднему появлению контраста и одномоментному с паренхимой контрастированию в виде гиперусиления в пределах образования либо изоусиления в пределах самого образования с более медленным вымыванием и выходом на плато.

Количественная оценка включает в себя построение кривых времени прохождения контрастного вещества в сосудах опухоли (так называемые Time-intensity curves) или кинетические кри-

вые контрастирования, как при МРТ. С помощью функции Time Intensity Curve (TIC) возможно отображение графика, который отражает изменение концентрации контрастного вещества во времени в выбранном участке зоны интереса. Важной особенностью функции является возможность одновременного исследования нескольких участков с синхронным отображением нескольких кривых. Такая особенность дает врачу возможность досконально оценить, в том числе количественно, характер распространения контрастного вещества в большой зоне интереса на протяжении всего исследования. Представляется важным и изучение роли динамического контрастирования — технологии time intensity curve — или кинетических кривых в дифференциальной диагностике опухолей молочной железы, оценке опухолевого ответа на лечение, планировании реконструктивных операций, выявлении сторожевых лимфоузлов.

Известно, что злокачественные поражения имеют значительно более короткое время до достижения пика, высокую интенсивность пика и крутой наклон wash in фазы [19]. Считается, что раннее быстрое накопление, быстрое вымывание связаны с наличием артериовенозных шунтов и высокоскоростным кровотоком в карциномах [15]. Гетерогенность же накопления контрастного вещества связана с наличием в опухоли фиброваскулярных тяжей, а также кластеров в десмопластической строме. Обоснование особенностей характера контрастирования в зависимости от гистопатологических характеристик опухоли было дано в работе Zhang F. и соавт. [18].

По данным Сенча А. Н. и соавт., скорость вымывания эхоконтраста (в сравнении с окружающей паренхимой) при исследовании злокачественных и доброкачественных узловых образований молочных желез также имела статистические различия. Так, при доброкачественных узловых образованиях в 54 % отмечалось медленное вымывание контраста, в 3 случаях (4,7 %) отмечено быстрое вымывание, а в 41,3 % случаев скорость вымывания была сопоставима с вымыванием из окружающей паренхимы. При злокачественных опухолях молочных желез отмечено: в 68,3% случаев скорость вымывания контрастного вещества была быстрой, в 9,7 % случаев было отмечено медленное вымывание [1].

В исследовании Li W. и соавт. (2020) было выявлено, что при некоторых доброкачественных поражениях, таких как внутрипротоковая папиллома, воспалительные поражения, аденома и гиперплазия с активной пролиферацией клеток, была характерна гиперваскулярность образований, а также демонстрировалось быстрое вымывание и гиперусиление при контрастировании [10]. Одно из возможных объяснений заключается в том, что и аденома, и аденоз могут демонстрировать разный статус микроциркуляции, что приводит к различным усиленным паттернам.

Wang Y. и соавт. на основе анализа логистической регрессии установили, что существуют значительные различия в степени контрастного усиления, характере, внутренней однородности, четкости границы, окружающих сосудах и увеличении диаметра контрастирования ($p < 0,05$) между доброкачественными и злокачественными образованиями. Злокачественные поражения, по данным Wang Y. и соавт., демонстрировали высокую пиковую интенсивность (PI), большую площадь под кривой (AUC) и короткое время достижения пика (TTP) по сравнению с доброкачественными ($p < 0,05$). Авторы показали, что качественные характеристики контрастирования продемонстрировали большую диагностическую эффективность, чем отдельные количественные параметры контраст-усиленного ультразвукового исследования. Соответствующая пло-

щадь под кривой ROC для качественной, количественной и комбинированной систем оценок составила 0,897, 0,716 и 0,903 соответственно. Z-тест показал, что площадь под кривой ROC количественной системы оценок была статистически меньше, чем качественной системы оценок [16].

Данные инновационные технологии позволяют с высокой специфичностью и точностью первично выявлять и проводить дифференциальную диагностику различных опухолевых и неопухолевых заболеваний молочных желез, давать неинвазивную оценку опухолевого ангиогенеза и гемодинамических изменений. Анализируя результаты исследований в научно-практической литературе, можно сделать вывод, что интерес к применению данного инновационного метода визуализации высокий.

Выводы

Таким образом, анализируя все вышесказанное, можно утверждать, что контраст-усиленное ультразвуковое исследование, применяемое в клинической маммологии, является стремительно развивающейся методикой.

Однако отсутствие четко разработанных стандартных количественных и качественных критериев результатов КУУЗИ для дифференциальной диагностики пока ограничивает спектр его широкого практического применения в онкомаммологии. Несмотря на текущие ограничения, этот метод представляет собой многообещающий инструмент для диагностики заболеваний молочных желез в клинической практике отечественного здравоохранения с учетом высокой информативности, быстроты проведения и отсутствия лучевой нагрузки.

Список источников

1. Бикеев Ю. В., Сенча А. Н., Родионов В. В., Шубин Л. Б., Сенча Е. А. Качественный анализ ультразвукового исследования с применением контрастного препарата в дифференциальной диагностике узловых образований молочной железы // Медицинская визуализация. 2019. № 1. С. 87–96. DOI
2. Джураев М. Д., Джураев Ф. М., Кутлумуратов А. Б., Жолгасова Д. Заболеваемость и смертность от рака молочной железы в 2012–2022 гг. в Ташкенте // Опухоли женской репродуктивной системы 2024;20(4):52-61. DOI
3. Рожкова Н. И. Профилактика — приоритет клинической маммологии / Н. И. Рожкова, А. Д. Каприн. М.: СИМК, 2015. 168 с. ISBN 978-5-91894-043-3.
4. Сенча А. Н., Сенча Е. А., Пеняева Э. И., Федоткина Е. П., Бикеев Ю. В., Тимофеева Л. А. Ультразвуковые контрасты в эхографии // Практическая медицина. 2018. Т. 1. № 112. С. 74–80.
5. Al-Sharman A., Al-Sarhan A., Aburub A., Shorman R., Bani-Ahmad A., Siengsukon C., Bani Issa W., Abdelrahim D. N., Hijazi H., Khalil H. Quality-of-life among women with breast cancer: application of the international classification of functioning, disability and health model. Front Psychol. 2024;15:1318584. DOI
6. Bolat Kucukzeybek B., Kucukzeybek Y., Basbinar Y., Ellidokuz H., Tekindal M. A., Dinckal C., Tarhan M. O. The prognostic role of survivin expression in breast cancer: A systematic review and meta-analysis. Medicine (Baltimore). 2024; 103(40):e40013. DOI
7. Cao W., Qin K., Li F., Chen W. Comparative study of cancer profiles between 2020 and 2022 using global cancer statistics (GLOBOCAN). J. Natl. Cancer. Cent. 2024 May 7;4(2):128-134. DOI
8. Coughlin S. S. Epidemiology of Breast Cancer in Women. Adv Exp Med Biol. 2019;1152:9-29. DOI
9. Hristov D., Mustonen L., von Eyben R., Gotschel S., Minion M., El Kaffas A. Dynamic Contrast-Enhanced Ultrasound Modeling of an Analog to Pseudo-Diffusivity in Intravoxel Incoherent Motion Magnetic Resonance Imaging. IEEE

Trans Med. Imaging. 2022;41(12):3824-3834. DOI
10. Li W., Zhou Q., Xia S., Wu Y., Fei X., Wang Y., Tao L., Fan J., Zhou W. Application of Contrast-Enhanced Ultrasound in the Diagnosis of Ductal Carcinoma In Situ: Analysis of 127 Cases. J. Ultrasound Med. 2020;39(1):39-50. DOI
11. Li X., Li Y., Zhu Y., Fu L., Liu P. Association between enhancement patterns and parameters of contrast-enhanced ultrasound and microvessel distribution in breast cancer. Oncol. Lett. 2018;15(4):5643-5649. DOI
12. Lu J., Zhou P., Jin C., Xu L., Zhu X., Lian Q., Gong X. Diagnostic Value of Contrast-Enhanced Ultrasonography With SonoVue in the Differentiation of Benign and Malignant Breast Lesions: A Meta-Analysis. Technol Cancer Res Treat. 2020; 19:1533033820971583. DOI
13. Tesch M. E., Partridge A. H. Treatment of Breast Cancer in Young Adults. Am. Soc. Clin. Oncol. Educ. Book. 2022;42:1-12. DOI
14. Trapani D., Ginsburg O., Fadelu T., Lin N. U., Hassett M., Ilbawi A. M., Anderson B. O., Curigliano G. Global challenges and policy solutions in breast cancer control. Cancer. Treat. Rev. 2022;104: 102339. DOI
15. Wang B., Yang D., Zhang X., Gong X., Xu T., Han J., Ren Y., Zou S., Li L., Wang Y. The diagnostic value of contrast-enhanced ultrasonography in breast ductal abnormalities. Cancer Imaging. 2023;23(1): 25. DOI
16. Wang Y., Fan W., Zhao S., Zhang K., Zhang L., Zhang P., Ma R. Qualitative, quantitative and combination score systems in differential diagnosis of breast lesions by contrast-enhanced ultrasound. Eur. J. Radiol. 2016;85(1):48-54. DOI
17. Zhang X., Cheng F., Song X., Wang P., Tian S., Zhao X., Wang Q., Zhang M. Superb microvascular imaging for evaluation of microvascularity in breast nodules compared with conventional Doppler imaging. Quant Imaging Med. Surg. 2023; 13(10):7029-7040. DOI
18. Zhang F., Jin L., Li G., Jia C., Shi Q., Du L., Wu R. The role of contrast-enhanced ultrasound in the diagnosis of malignant non-mass breast lesions and exploration of diagnostic criteria. Br. J. Radiol. 2021; 94(1120):20200880. DOI
19. Zhao L. X., Liu H., Wei Q., Xu G., Wu J., Xu H. X., Wu R., Pu H. Contrast-Enhanced Ultrasonography Features of Breast Malignancies with Different Sizes: Correlation with Prognostic Factors. Biomed Res Int. 2015;2015:613831. DOI

References

1. Bikeev Yu. V., Sencha A. N., Radionov V. V., Shubin L. B., Sencha E. A. Qualitative analysis of contrast-enhanced ultrasound in differential diagnosis of breast lesions. *Medical Visualization*. 2019;1:87-96. (In Russ.). DOI
2. Dzhuraev M. D., Dzhuraev F. M., Kutlumuratov A. B., Zholgasova D. Morbidity of breast cancer, and death rate from it in Tashkent during 2012–2022. *Tumors of Female Reproductive System*. 2024; 20(4):52-61. (In Russ.). DOI
3. Rozhkova N. I. Prevention is a priority of clinical mammology / N. I. Rozhkova, A. D. Kaprin. M.: SIMK, 2015. 168 p. (In Russ.). ISBN 978-5-91894-043-3.
4. Sencha A. N., Sencha E. A., Peniaeva E. I., Fedotkina E. P., Bikeev Yu. V., Timofeeva L. A. Ultrasound contrasts in echography. *Practical medicine*. 2018;1(112):74-80. (In Russ.).
5. Al-Sharman A., Al-Sarhan A., Aburub A., Shorman R., Bani-Ahmad A., Siengsukon C., Bani Issa W., Abdelrahim D. N., Hijazi H., Khalil H. Quality-of-life among women with breast cancer: application of the international classification of functioning, disability and health model. *Front Psychol*. 2024;15:1318584. DOI
6. Bolat Kucukzeybek B., Kucukzeybek Y., Basbinar Y., Ellidokuz H., Tekindal M. A., Dinckal C., Tarhan M. O. The prognostic role of survivin expression in breast cancer: A systematic review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2024;103 (40):e40013. DOI

7. Cao W., Qin K., Li F., Chen W. Comparative study of cancer profiles between 2020 and 2022 using global cancer statistics (GLOBOCAN). *J. Natl. Cancer. Cent*. 2024 May 7;4(2):128-134. DOI
8. Coughlin S. S. Epidemiology of Breast Cancer in Women. *Adv Exp Med Biol*. 2019;1152:9-29. DOI
9. Hristov D., Mustonen L., von Eyben R., Gotschel S., Minion M., El Kaffas A. Dynamic Contrast-Enhanced Ultrasound Modeling of an Analog to Pseudo-Diffusivity in Intravoxel Incoherent Motion Magnetic Resonance Imaging. *IEEE Trans Med. Imaging*. 2022;41(12):3824-3834. DOI
10. Li W., Zhou Q., Xia S., Wu Y., Fei X., Wang Y., Tao L., Fan J., Zhou W. Application of Contrast-Enhanced Ultrasound in the Diagnosis of Ductal Carcinoma In Situ: Analysis of 127 Cases. *J. Ultrasound Med*. 2020;39(1):39-50. DOI
11. Li X., Li Y., Zhu Y., Fu L., Liu P. Association between enhancement patterns and parameters of contrast-enhanced ultrasound and microvessel distribution in breast cancer. *Oncol. Lett*. 2018;15(4):5643-5649. DOI
12. Lu J., Zhou P., Jin C., Xu L., Zhu X., Lian Q., Gong X. Diagnostic Value of Contrast-Enhanced Ultrasonography With SonoVue in the Differentiation of Benign and Malignant Breast Lesions: A Meta-Analysis. *Technol Cancer Res Treat*. 2020; 19:1533033820971583. DOI
13. Tesch M. E., Partridge A. H. Treatment of Breast Cancer in Young Adults. *Am. Soc Clin. Oncol. Educ. Book*. 2022;42:1-12. DOI
14. Trapani D., Ginsburg O., Fadelu T., Lin N. U., Hassett M., Ilbawi A. M., Anderson B. O., Curigliano G. Global challenges and policy solutions in breast cancer control. *Cancer. Treat. Rev.* 2022;104: 102339. DOI
15. Wang B., Yang D., Zhang X., Gong X., Xu T., Han J., Ren Y., Zou S., Li L., Wang Y. The diagnostic value of contrast-enhanced ultrasonography in breast ductal abnormalities. *Cancer Imaging*. 2023;23(1): 25. DOI
16. Wang Y., Fan W., Zhao S., Zhang K., Zhang L., Zhang P., Ma R. Qualitative, quantitative and combination score systems in differential diagnosis of breast lesions by contrast-enhanced ultrasound. *Eur. J. Radiol*. 2016;85(1):48-54. DOI
17. Zhang X., Cheng F., Song X., Wang P., Tian S., Zhao X., Wang Q., Zhang M. Superb microvascular imaging for evaluation of microvascularity in breast nodules compared with conventional Doppler imaging. *Quant Imaging Med. Surg*. 2023; 13(10):7029-7040. DOI
18. Zhang F., Jin L., Li G., Jia C., Shi Q., Du L., Wu R. The role of contrast-enhanced ultrasound in the diagnosis of malignant non-mass breast lesions and exploration of diagnostic criteria. *Br. J. Radiol*. 2021; 94(1120):20200880. DOI
19. Zhao L. X., Liu H., Wei Q., Xu G., Wu J., Xu H. X., Wu R., Pu H. Contrast-Enhanced Ultrasonography Features of Breast Malignancies with Different Sizes: Correlation with Prognostic Factors. *Biomed Res Int*. 2015;2015:613831. DOI

Сведения об авторах / Information about the authors

Гажонова Вероника Евгеньевна, доктор медицинских наук, профессор кафедры рентгенологии и ультразвуковой диагностики ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» УД Президента РФ, Москва, Россия.
Вклад автора: концепция и план исследования, обоснование и написание рукописи, составление проекта и первичного варианта рукописи.

Gazhonova Veronika Yevgenievna, Dr. Sc. Med., Professor, Department of Radiology and Ultrasound Diagnostics, Central State Medical Academy, Moscow, Russia.
Author's contribution: aided in the concept and plan of the study, substantiation and writing of the manuscript, drafting and the primary version of the manuscript.

Пулатова Ирода Закирходжаевна, PhD, доцент кафедры ультразвуковой диагностики № 2 Центра развития профессиональной квалификации медицинских работников, Ташкент, Узбекистан.
Вклад автора: подготовка рукописи, сбор и математический анализ данных.

Pulatova Iroda Zakirkhodjaevna, PhD, Associate Professor, Department of Ultrasound Diagnostics No. 2, Center for the Development of Professional Qualifications of Medical Workers, Tashkent, Uzbekistan.
Author's contribution: provided collection and mathematical analysis of data.

Зубарев Александр Васильевич, доктор медицинских наук, профессор кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» УД Президента РФ, Москва, Россия.
Вклад автора: критическая оценка интеллектуального содержания рукописи, принятие окончательного решения о готовности рукописи к публикации.

Zubarev Aleksandr Vasilevich, Dr. Sc. Med., Professor, Department of Radiation Diagnostics and Radiation Therapy, «Central State Medical Academy», Moscow, Russia.
Author's contribution: critical assessment of the intellectual content of the manuscript, making the final decision on the readiness of the manuscript for publication.

Статья поступила в редакцию 23.09.2025;
одобрена после рецензирования 26.11.2025;
принята к публикации 26.11.2025.

The article was submitted 23.09.2025;
approved after reviewing 26.11.2025;
accepted for publication 26.11.2025.