

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ С ДИНАМИЧЕСКИМ КОНТРАСТНЫМ УСИЛЕНИЕМ В ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКЕ МАММОГРАФИЧЕСКИ ВЫЯВЛЯЕМЫХ АСИММЕТРИЙ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ: ПРОСПЕКТИВНОЕ КОГОРТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

^{1,2}С. Н. Меринов[✉], ^{1,2,3}Д. В. Пасынков^{✉*}, ³М. Г. Тухбатуллин[✉], ^{1,2}М. А. Михальцова[✉], ^{1,2}О. В. Бусыгина[✉],
^{1,2}Е. А. Романычева[✉], ²Е. А. Петров[✉]

¹Марийский государственный университет, Йошкар-Ола, Россия

²Республиканский клинический онкологический диспансер, Йошкар-Ола, Россия

³Казанская государственная медицинская академия, Казань, Россия

ВВЕДЕНИЕ: Рак молочной железы (РМЖ) представляет собой одну из наиболее сложных и актуальных проблем в современной клинической онкологии, требуя для оптимизации выживаемости комплексного подхода, в котором ключевое значение имеет раннее выявление заболевания. В настоящее время маммография остается базовым методом скрининга, обладая сравнительно высокой чувствительностью, однако специфичность маммографии невелика. Особые сложности возникают при интерпретации изменений категории BI-RADS 3, где вероятность злокачественности не превышает 2%. К таким изменениям относятся асимметрии, выявляемые в 1–2% всех маммографических исследований. В то же время привлекает возможность использования магнитно-резонансной томографии (МРТ), характеризующейся отсутствием лучевой нагрузки, а также возможностью дифференцирования тканей как по характеристикам МР-сигнала, так и по кинетике накопления и вымывания контрастного вещества.

ЦЕЛЬ: Оценка диагностической ценности магнитно-резонансной томографии (МРТ) молочной железы (МЖ) с динамическим контрастированием (ДК) в дифференциальной диагностике маммографически выявляемых асимметрий МЖ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ: Включено 57 пациенток в возрасте $43,13 \pm 6,57$ года, у которых при выполнении маммографии были выявлены асимметрии. Всем пациенткам выполняли сбор анамнеза и клиническое обследование МЖ, а также анализ и оценку результатов других исследований МЖ. МРТ МЖ с динамическим контрастированием выполняли на системе Siemens Amira (Германия) с напряженностью магнитного поля 1,5 Т с контрастным усилением гадобутролом в дозе 7,5 мл (1 ммоль) со скоростью 3–5 мл/с. Верификацию изменений осуществляли по результатам цито- и/или гистологического исследований либо наблюдения в течение минимум 3 лет.

Статистика: сравнение нормально распределенных выборок производили с использованием t-критерия Стьюдента, ненормально распределенных — с использованием критериев Уилкоксона и хи-квадрат. Статистическую достоверность констатировали при получении значений $p < 0,05$. Рассчитывали также значения чувствительности и специфичности для перекрестных таблиц 2×2 .

РЕЗУЛЬТАТЫ: Истинные асимметрии без объемного образования включали физиологические асимметрии, обусловленные неравномерным распределением железистой или фиброзной ткани, и асимметричный отек МЖ. Первый вариант встречался наиболее часто (50,86% наблюдений), при этом отмечалось наличие асимметрично расположенных скоплений железисто-фиброзной ткани в зонах, суммация которых соответствовала наблюдаемым при маммографии изменениям. Асимметричный отек МЖ может быть обусловлен как отечно-инфильтративным РМЖ, так и различными вариантами доброкачественного отека, встречался достаточно редко (3,51% всех случаев). О злокачественной природе отека свидетельствовали признаки метастатического поражения регионарных лимфоузлов либо наличие участков паренхимы, демонстрировавших подозрительную динамику контрастирования. Истинные асимметрии, обусловленные наличием объемного образования, могли быть обусловлены РМЖ (12,28% наблюдений) либо доброкачественными образованиями (22,81% наблюдений).

У 49,12% пациенток отмечалось накопление контраста в зоне асимметрии. ACR I тип кинетической кривой имел место в 50,0% случаев и во всех случаях соответствовал доброкачественным изменениям и поэтому характеризовался 100% прогностической ценностью положительного результата в отношении доброкачественной природы асимметрии. ACR II тип кинетической кривой был зафиксирован в 25,0% случаев; чувствительность и специфичность данного типа кинетической кривой в отношении асимметрий, обусловленных РМЖ, составили 60,0% и 82,61% соответственно. ACR III тип имел место у 25,0% пациенток. Чувствительность и специфичность данного типа кинетической кривой в отношении РМЖ составили 40,0% ($p < 0,001$) и 78,26% ($p = 0,053$).

ОБСУЖДЕНИЕ: Технические асимметрии, обусловленные различиями экспозиции, компрессии или укладки контралатеральных МЖ при получении маммографических изображений, по нашему мнению, достаточно легко идентифицируются при рутинной скрининговой маммографии и не подлежат дальнейшему анализу, требуя получения технически корректных

изображений. Ятрогенные асимметрии (послеоперационные рубцы) встречаются достаточно часто (14,04% в нашей выборке), однако также хорошо идентифицируются при клиническом обследовании.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: Общая чувствительность МРТ с ДК в диагностике инвазивного РМЖ на фоне маммографически выявляемых асимметрий составила 100%, специфичность — 69,57%.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: магнитно-резонансная томография, маммография, асимметрия, дифференциальная диагностика

* Для корреспонденции: Пасынков Дмитрий Валерьевич, e-mail: passynkov@mail.ru

Для цитирования: Меринов С.Н., Пасынков Д.В., Тухбатуллин М.Г., Михальцова М.А., Бусыгина О.В., Романычева Е.А., Петров Е.А. Использование магнитно-резонансной томографии с динамическим контрастным усилением в дифференциальной диагностике маммографически выявляемых асимметрий молочной железы: проспективное когортное исследование // *Лучевая диагностика и терапия*. 2026. Т. 17, № 2. С. 74–85, doi: <http://doi.org/10.22328/2079-5343-2026-17-2-74-85>.

MAGNETIC RESONANCE IMAGING WITH DYNAMIC CONTRAST ENHANCEMENT IN THE DISCRIMINATION OF MAMMOGRAPHICALLY REVEALED ASYMMETRIC DENSITY: A PROSPECTIVE COHORT STUDY

^{1,2}Serguei N. Merinov[✉], ^{1,2,3}Dmitry V. Pasynkov^{✉*}, ³Munir G. Tukhbatullin[✉], ^{1,2}Marina A. Mikhaltsova[✉],
^{1,2}Olga V. Busygina[✉], ^{1,2}Ekaterina A. Romanycheva[✉], ²Evgeny A. Petrov[✉]

¹Mari State University, Yoshkar-Ola, Russia

²Clinical Oncology Dispensary of Mari El Republic, Yoshkar-Ola, Russia

³Kazan State Medical Academy, Kazan, Russia

INTRODUCTION: Breast cancer (BC) is one of the most complex and significant problems in modern clinical oncology. This malignancy demands a multidisciplinary approach to improve survival, in which early detection plays a key role. Currently, mammography remains the only screening modality with relatively high sensitivity, but its specificity is only moderate. It is particularly difficult to differentiate BI-RADS 3 findings, for which the probability of malignancy does not exceed 2%. Asymmetric density represents one such finding, observed in 1–2% of all mammograms. In this context, magnetic resonance imaging (MRI) — which does not use ionizing radiation and allows tissue characterization based on both intrinsic MR signal and contrast uptake and wash-out kinetics — is of particular interest.

OBJECTIVE: To evaluate the diagnostic performance of dynamic contrast-enhanced breast MRI in differentiating mammographically detected asymmetric densities.

MATERIALS AND METHODS: We included 57 women (mean age 43.13 ± 6.57 years) who had an asymmetric density on mammography. For all women, we obtained the clinical history and performed a physical breast examination. We also reviewed the findings of other breast imaging modalities. Breast MRI was performed using a Siemens Amira 1.5 T scanner (Siemens, Germany). For contrast enhancement, we administered gadobutrol (7.5 mL, 1 mmol; infusion rate 3–5 mL/s). Lesion verification was achieved by histopathological examination or a minimum 3-year follow-up.

Statistics: normally distributed continuous variables were compared using the Student t-test; non-normally distributed variables were analyzed with the Wilcoxon signed-rank test or the χ^2 test, as appropriate. Statistical significance was set at $p < 0.05$. Sensitivity, specificity, and positive predictive value were calculated from 2×2 contingency tables.

RESULTS: True asymmetric densities without a focal lesion comprised physiological asymmetries caused by uneven distribution of glandular or fibrous tissue, as well as asymmetric breast edema. The former was observed in the majority of cases (50.86%). These cases demonstrated typical asymmetric islands of glandular and fibrous tissue, the summation of which could produce the mammographic finding. Asymmetric breast edema could be caused by inflammatory breast cancer or various benign conditions and was found relatively infrequently (3.51% of all cases). Malignant edema was characterized by signs of regional lymph node metastasis or by parenchymal areas with suspicious enhancement kinetics. True asymmetric densities caused by focal lesions were attributable to breast cancer (12.28%) or benign masses (22.81%).

Contrast enhancement in the area of asymmetry was observed in 49.12% of patients. Type I (persistent) enhancement was seen in 50.0% of cases without malignancy, yielding a positive predictive value for benign asymmetry of 100%. Type II (plateau) enhancement was found in 25.0% of cases; its sensitivity and specificity for breast cancer were 60.0% and 82.61%, respectively. Type III (washout) enhancement was observed in 25.0% of patients, with sensitivity and specificity for breast cancer of 40.0% ($p < 0.001$) and 78.26% ($p = 0.053$), respectively.

DISCUSSION: Technical asymmetric densities resulting from differences in exposure, compression, or breast positioning during mammography are usually easy to recognize and require technically adequate images for interpretation. Iatrogenic asymmetries (postsurgical scars) were common (14.04% of our series) but are readily identified on clinical examination.

CONCLUSION: The sensitivity of dynamic contrast-enhanced MRI for detecting invasive breast cancer in areas of mammographic asymmetry was 100%, but its specificity was only moderate (69.57%).

KEYWORDS: magnetic resonance imaging, mammography, asymmetric density, discrimination

* For correspondence: Dmitry V. Pasyunkov, e-mail: passynkov@mail.ru

For citation: Merinov S.N., Pasyunkov D.V., Tukhbatullin M.G., Mikhaltsova M.A., Busygina O.V., Romanycheva E.A., Petrov E.A. Magnetic resonance imaging with dynamic contrast enhancement in the discrimination of mammographically revealed asymmetric density: a prospective cohort study // *Diagnostic radiology and radiotherapy*. 2026. Vol. 17, No. 2 P. 74–85, <http://doi.org/10.22328/2079-5343-2026-17-2-74-85>.

Введение. Рак молочной железы (РМЖ) представляет собой одну из наиболее сложных и актуальных проблем в современной клинической онкологии. В 2020 г. данная патология впервые превзошла рак легкого, заняв лидирующие позиции в структуре глобальной онкологической заболеваемости, когда во всем мире было зафиксировано более 671 000 летальных исходов в общей сложности, примерно около 2,3 млн впервые диагностированных случаев среди женского населения [1, 2]. На территории Российской Федерации за период с 2011 по 2023 г. отмечается устойчивая тенденция к увеличению распространенности данной патологии. Показатель заболеваемости возрос с 366,8 до 541,7 случая на 100 000 населения. Позитивным является увеличение доли пациенток с I–II стадиями заболевания с 65,0% до 75,2%, что коррелирует со снижением годичной летальности с 8,7% до 4,8% и является во многом результатом внедрения в практику популяционных скрининговых программ. В 2023 г. в Российской Федерации было зарегистрировано 74 008 новых случаев данного заболевания [3].

Для оптимизации показателей выживаемости пациенток разработан комплексный подход, в котором ключевое значение имеет раннее выявление заболевания. В настоящее время маммография остается базовым методом скрининга, поскольку доказано, что систематическое проведение данного исследования способствует снижению смертности от РМЖ на 15–25% [4, 5]. Результаты крупных рандомизированных клинических исследований и мета-анализов подтверждают эффективность маммографического скрининга в снижении смертности от РМЖ: относительное снижение риска составляет 12–16% для женщин в возрасте 39–49 лет и достигает 33% для женщин старше 50 лет [6, 7].

Однако диагностическая эффективность маммографии демонстрирует значительную вариабельность в зависимости от структурных особенностей ткани молочной железы (МЖ). При жировой паренхиме (категории А–В по классификации Американской коллегии специалистов в области лучевой диагностики [ACR]) чувствительность метода приближается к 100%, однако при плотной паренхиме (категории ACR C–D) информативность его существенно снижается. Кроме того, специфичность маммографии составляет 80–90%, при этом достоверная дифференциальная диагностика возможна лишь при типичных проявлениях доброкачественных (инволютивная обызвествленная фиброаденома, жиросодержащие

образования) и злокачественных (новообразования с нечеткими, неровными контурами или спикюлированными образованиями высокой плотности неправильной формы) процессов [8]. В остальных клинических ситуациях маммография позволяет лишь предположить диагноз, требуя применения дополнительных диагностических методов [9].

Особые сложности возникают при интерпретации изменений категории 3 согласно Системе анализа и протоколирования результатов лучевых исследований МЖ (Breast Imaging Reporting and Data System [BI-RADS]), где вероятность злокачественности не превышает 2%. Это создает дилемму в выборе тактики ведения пациенток: агрессивный подход приводит к высокой частоте негативных результатов биопсии, в то время как выжидательная тактика сопряжена с риском прогрессирования агрессивных форм заболевания. К таким изменениям относятся асимметрии, выявляемые в 1–2% всех маммографических исследований [10]. Они представляют собой различные варианты изменения плотности ткани МЖ, обусловленные как патологическими (преимущественно очаговыми), так и физиологическими (часто локальными диффузными) процессами [11]. Дифференциальная диагностика подобных изменений требует применения всего спектра доступных диагностических методов, включая биопсию, что значительно усложняет диагностику и часто приводит к получению негативных результатов дорогостоящего многокомпонентного обследования [12].

Магнитно-резонансная томография (МРТ) МЖ представляет собой третий (после ультразвукового исследования) по важности метод диагностики в маммологии, демонстрирующий при исследовании плотной ткани МЖ чувствительность 71–100% (по сравнению с 75–91% при маммографии и 68–85% при УЗИ) [13]. Скрининговая МРТ показана женщинам с высоким риском развития РМЖ, включая носительниц мутаций *BRCA1/BRCA2*, наследственных синдромов, а также перенесших лучевую терапию на область грудной клетки в молодом возрасте [14]. Важными преимуществами метода являются отсутствие лучевой нагрузки, что позволяет проводить исследования с необходимой частотой, а также возможность дифференцирования тканей как по характеристикам МР-сигнала, так и по кинетике накопления и вымывания контрастного вещества, что недоступно другим методам лучевой диагностики, и отсутствие выраженной зависимости диагностической ценности от доли рентгеноплотных тканей

в паренхиме [15], что, как представляется, может способствовать повышению специфичности дифференциальной диагностики маммографически выявляемых асимметрий МЖ.

В результате **целью исследования** являлась оценка диагностической ценности магнитно-резонансной томографии МЖ с динамическим контрастированием (ДК) в дифференциальной диагностике маммографически выявляемых асимметрий МЖ.

Материалы и методы. Исследование одобрено Комитетом по этике Казанской государственной медицинской академии (протокол № 02/02 от 26 февраля 2026 г.). Информированное согласие получено от каждого пациента.

Пациенты. В данный анализ было включено 57 пациенток в возрасте $43,13 \pm 6,57$ года, у которых при выполнении маммографии были выявлены асимметрии. Всем пациенткам выполняли сбор анамнеза и клиническое обследование МЖ, а также анализ и оценку результатов других исследований МЖ (маммографии, УЗИ). Верификацию изменений осуществляли по результатам цито- и/или гистологического исследований либо наблюдения в течение минимум 3 лет.

Протокол МРТ. МРТ МЖ с динамическим контрастированием выполняли на системе Siemens Amira (Германия) с напряженностью магнитного поля 1,5 Т. Все исследования выполнялись с использованием специальной катушки для исследований МЖ. Пациенткам в перименопаузе исследование выполняли на 6–12-й дни менструального цикла.

Использовали следующий протокол МРТ.

1. Локалайзер (сагиттальные изображения).
2. T1-TSE взвешенные изображения: TR — 6,69 мс, TE — 2,36 мс, толщина среза — 3,0 мм, поле наблюдения (FOV) — 340 мм.
3. T1-TSE взвешенные изображения с жироподавлением: TR — 4,99 мс, TE — 2,36 мс, толщина среза — 4,0 мм, расстояние между срезами — 2 мм, FOV — 360 мм.
4. T2-TSE взвешенные изображения: TR — 4000 мс, TE — 65 мс, толщина среза — 3,0 мм, FOV — 340 мм.
5. Постконтрастные T1-FL3D-SPAIR с жироподавлением: TR — 4,84 мс, TE — 2,39 мс, толщина среза — 1,5 мм, FOV — 360 мм. Данные изображения (одно преконтрастное и не менее четырех постконтрастных с интервалом 80 с) получали после болюсного введения МР-контрастного препарата Гадовист (гадобутрол) в дозе 7,5 мл (1 ммоль) со скоростью 3–5 мл/с. В качестве постобработки получали также субтракционные (каждое постконтрастное — преконтрастное) изображения.
6. В качестве дополнительных могли получать диффузионно-взвешенные изображения.

Анализ кинетики накопления контрастного вещества. Согласно лексикону ACR BI-RADS для МРТ (2013), начальную фазу кинетической кривой опреде-

ляли как первые 2 минуты после болюсного введения контраста. Начальная фаза определялась как медленная (повышение интенсивности сигнала менее чем на 50% после истечения первых 2 минут относительно исходного уровня); умеренная (повышение интенсивности сигнала менее чем на 50–100% относительно исходного уровня) или быстрая (повышение интенсивности сигнала более чем на 100% относительно исходного уровня). Отсроченная фаза контрастирования определялась как период после истечения первых 2 минут после введения контраста и классифицировалась как персистирование (если отмечалось повышение интенсивности сигнала минимум на 10% относительно таковой в начальной фазе), плато (если интенсивность сигнала не изменялась относительно таковой в начальной фазе) или вымывание (если отмечалось снижение интенсивности сигнала минимум на 10% относительно таковой в начальной фазе).

Выделяли четыре типа накопления контраста:

- 1) отсутствие контрастирования;
- 2) медленное постепенное контрастирование во всех фазах (тип ACR I);
- 3) быстрое контрастирование в начальной фазе с последующим плато (тип ACR II);
- 4) быстрое контрастирование в начальной фазе с последующим вымыванием (тип ACR III) [16].

Статистическая обработка. Оценка нормальности распределения выборок осуществлялась с использованием критерия Колмогорова–Смирнова путем сравнения со стандартным нормальным распределением. В качестве параметров описательной статистики для непрерывных нормально распределенных выборок рассчитывали среднее арифметическое и стандартное отклонение, для ненормально распределенных — медиану и размах вариации. Для категориальных переменных рассчитывали частоты в виде количества (процента) наблюдений. Сравнение частот осуществляли с помощью критерия χ^2 для перекрестных таблиц 2×2 . Статистическую достоверность различия сравниваемых выборок констатировали при получении значений $p < 0,05$. Все статистические анализы выполняли в программном пакете SPSS 13.0. Рассчитывали также чувствительность, специфичность, прогностическую ценность положительного результата (PPV) и прогностическую ценность отрицательного результата (NPV) МРТ с ДК в выявлении РМЖ в зоне маммографически выявляемой асимметрии МЖ.

Результаты. *Технические асимметрии*, обусловленные различиями экспозиции, компрессии или укладки контралатеральных МЖ при получении маммографических изображений, по нашему мнению, достаточно легко идентифицируются при рутинной скрининговой маммографии и не подлежат дальнейшему анализу, требуя получения технически корректных изображений [11]. И поэтому подходы к их дифференциальной диагностике путем МРТ нами не рассматривались.

Истинные асимметрии без объемного образования

Физиологические асимметрии, обусловленные неравномерным распределением железистой (как правило) или фиброзной ткани ввиду индивидуальных особенностей структуры МЖ и/или неравномерной ее инволюции, составляют подавляющее большинство всех асимметрий МЖ (50,86%; 29 из 57 наблюдений). При МРТ данной группы асимметрий отмечалось наличие асимметрично расположенных скоплений железисто-фиброзной ткани в зонах, суммация которых соответствовала наблюдаемым при маммографии изменениям. Проблемой могло быть выявление островков железистой ткани без признаков злокачественного роста, демонстрировавших подозрительную кинетику накопления контрастного вещества (рис. 1).

Асимметричный отек МЖ может быть обусловлен как отечно-инфильтративным РМЖ, так и различными вариантами доброкачественного отека (например, при хронической сердечной недостаточности). Встречается достаточно редко (3,51 % всех случаев, 2 наблюдения). О злокачественной природе отека свидетельствовали, как правило, признаки метастатического поражения регионарных лимфоузлов либо наличие участков паренхимы, демонстрировавших подозрительную динамику контрастирования (рис. 2).

Истинные асимметрии, обусловленные наличием объемного образования

РМЖ (узловые и инфильтративные формы) являлся причиной маммографически выявляемых асимметрий в 12,28% (7 из 57) наблюдений. Поскольку в большинстве случаев наличие асиммет-

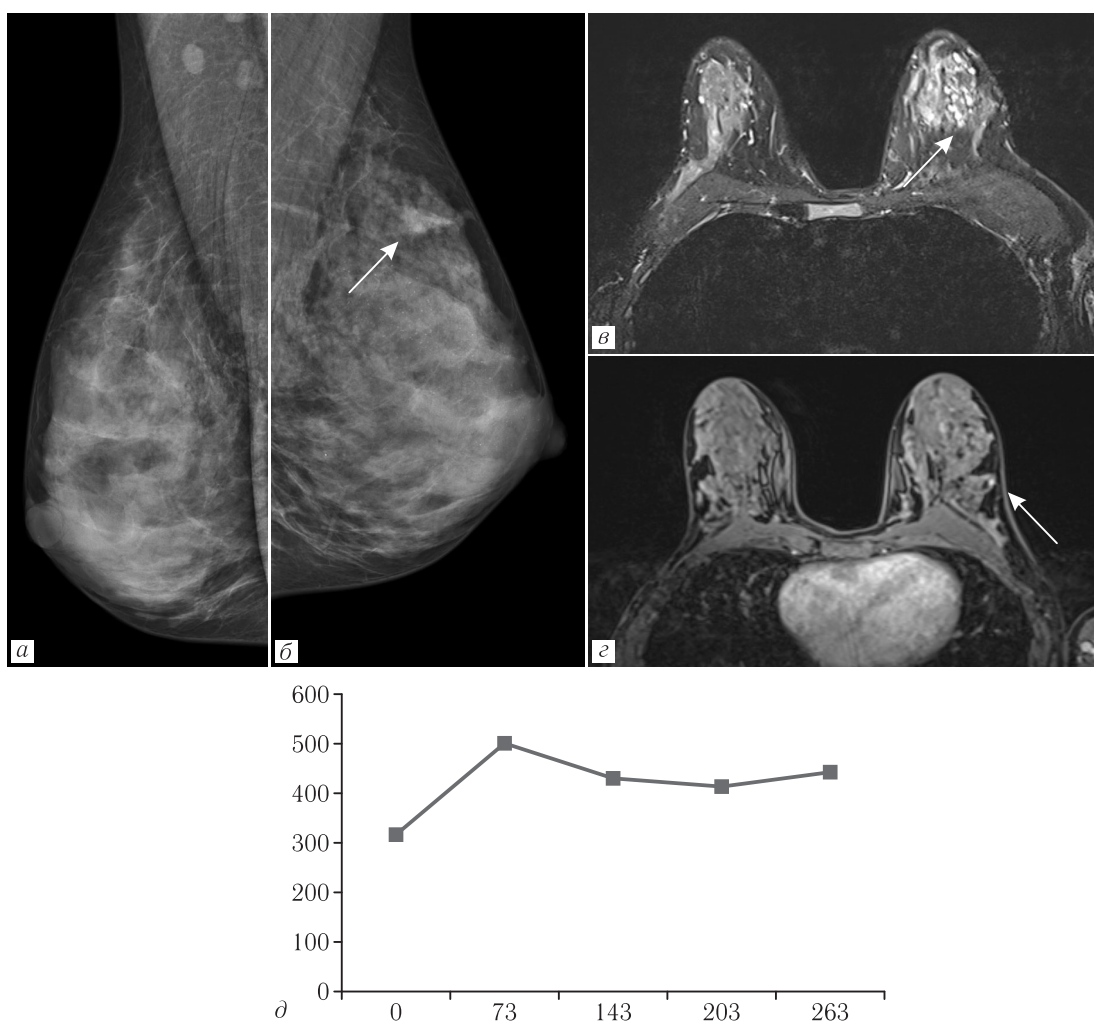


Рис. 1. а, б — Маммограммы правой и левой молочной железы в медиолатеральных косых проекциях: слева в верхненаружном квадранте определяется область асимметрии (стрелка); в — T2-TSE МР-томограмма с жироподавлением: в зоне асимметрии определяется участок железистой паренхимы с наличием гиперинтенсивных включений (расширенных протоков); г — постконтрастное T1-FL3D-SPAIR МР-изображение (через 45 с после начала болюса): определяется зона накопления контрастного вещества небольших размеров (4 мм; стрелка);

д — кривая кинетики контрастирования (II тип; по оси абсцисс — время в секундах)

Fig. 1. а, б — Mediolateral oblique mammography images of right and left breast show the asymmetric density in the left upper-outer quadrant (arrow); в — T2-TSE MR-image with fat saturation: in the area of asymmetry there is an island of glandular parenchyma with hyperintense spots (dilated ducts); г — post-contrast T1-FL3D-SPAIR MR-image (45 s after the bolus start): there is a small area of contrast uptake (4 mm; arrow); д — Enhancement kinetics curve (ACR II type; axis OX — time [seconds])

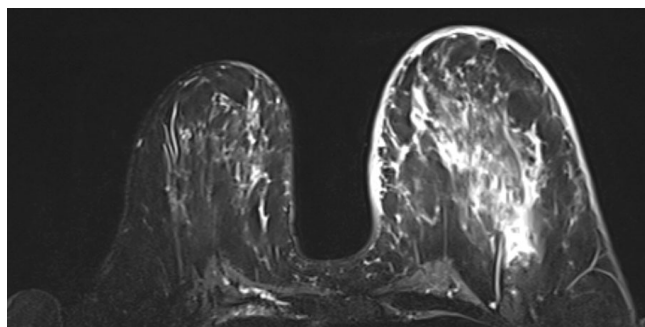


Рис. 2. T2-TSE МР-томограмма с жироподавлением: определяются увеличение размеров и диффузный отек паренхимы, подкожной клетчатки и кожи левой молочной железы у пациентки с отечно-инфильтративным раком молочной железы

Fig. 2. T2-TSE MR-image with fat saturation: there is an edema of parenchyma, subcutaneous fat and skin of the left breast in women with inflammatory breast carcinoma. The left breast is enlarged

рии было обусловлено инвазивным РМЖ, в таких случаях регистрировались типичные МР-признаки злокачественного процесса (рис. 3).

Доброкачественные образования (кисты, фиброаденомы, гранулемы, абсцессы, гематомы, хронические маститы, интрамаммарные лимфоузлы и т.д.) становились причиной асимметрий МЖ в 22,81% (13 из 57) наблюдений. В большинстве случаев при этом отмечались типичные признаки доброкачественных образований, однако в ряде случаев, например, при олеогранулемах, ставших причиной асимметрии, могли отмечаться признаки злокачественности (рис. 4, 5).

Динамика контрастирования

У 28 (49,12%) из 57 пациенток отмечалось накопление контраста в зоне асимметрии. При этом быстрое накопление контраста (типы ACR II и III) отмечалось в 50,00% (14 из 28) случаев.

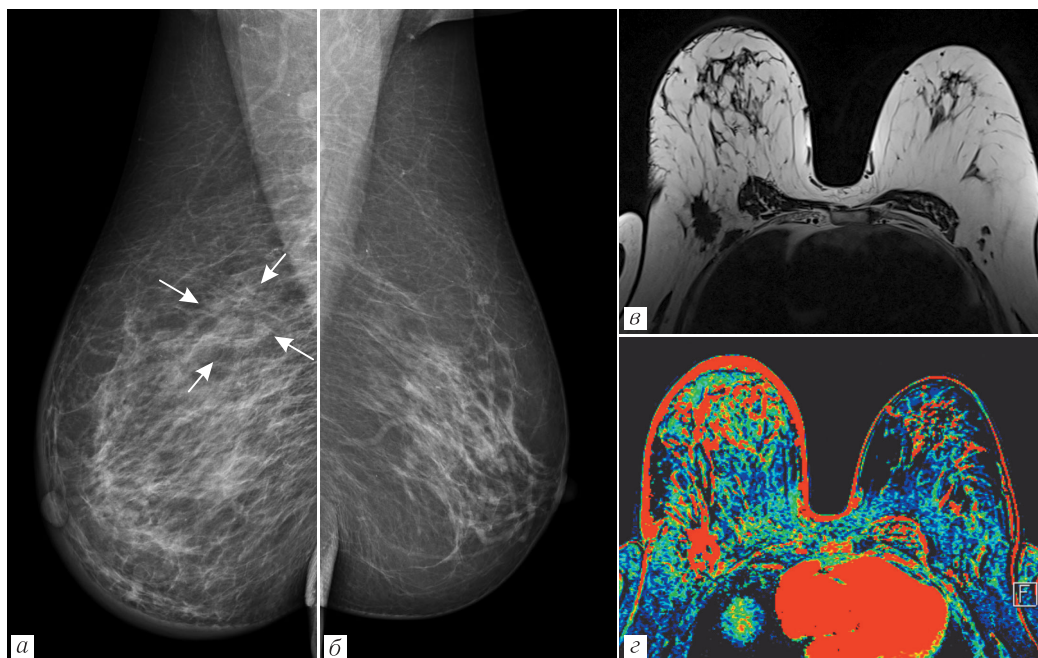


Рис. 3. а, б — Маммограммы правой и левой молочной железы в медиолатеральных косых проекциях: справа в верхненаружном квадранте определяется область асимметрии (стрелки); в — T2-TSE МР-томограмма: в зоне асимметрии определяется гиподенсивное спикюлированное образование (стрелка); г — цветовая карта накопления контрастного вещества: образование (стрелка) накапливает контрастное вещество; д — кривая кинетики контрастирования (II тип; по оси абсцисс — время в секундах)

Fig. 3. а, б — Mediolateral oblique mammography images of right and left breast show the asymmetric density in the right upper-outer quadrant (arrows); в — T2-TSE MR-image: in the area of asymmetry there is a hypodense speculated lesion (arrow); г — Color map of contrast uptake: the lesion (arrow) uptakes the contrast; д — Enhancement kinetics curve (ACR II type; axis OX — time [seconds])



Рис. 4. *а, б* — Маммограммы правой и левой молочной железы в медиолатеральных косых проекциях: справа в верхненаружном квадранте определяется область асимметрии (стрелки); *в* — T2-TSE МР-томограммы с жироподавлением: в зоне асимметрии определяется участок железистой паренхимы с наличием гиперинтенсивных включений; *г, д* — диффузионно-взвешенное МР-изображение (ep2d_diff_SPAIR с В-фактором=900) и ADC-карта: образования, выявленные на T2-изображении, остаются гиперинтенсивными (мелкие кисты; стрелки)

Fig. 4. *а, б* — Mediolateral oblique mammography images of right and left breast show the asymmetric density in the right upper-outer quadrant (arrows); *в* — T2-TSE MR-image with fat saturation: in the area of asymmetry there is an island of glandular parenchyma with hyperintense spots; *г, д* — diffusion-weighted MR-image (ep2d_diff_SPAIR with B-factor 900) и ADC-map: lesions found on T2-image remain hyperintense (small cysts; arrows)

ACR I тип кинетической кривой (медленное постепенное накопление контраста) имел место в 14 из 28 (50,00%) случаев и во всех случаях соответствовал доброкачественным изменениям, поэтому данный тип кинетической кривой характеризовался 100% прогностической ценностью положительного результата в отношении доброкачественной природы асимметрии.

ACR II тип кинетической кривой (быстрое начальное контрастирование и плато в отсроченной фазе) был зафиксирован в 7 из 28 (25,00%) случаев и в 4 случаях соответствовал РМЖ, в результате чувствительность и специфичность данного типа кинетической кривой в отношении асимметрий, обусловленных РМЖ, составили 60,0% и 82,61% соответственно.

ACR III тип (быстрое начальное контрастирование и вымывание в отсроченной фазе) имел место у 7 из 28 (25,00%) пациенток, из которых у 2 был верифицирован РМЖ. В результате чувствительность и специфичность данного типа кинетической

кривой в отношении асимметрий, обусловленных РМЖ, составили 40,00% ($p < 0,001$ по сравнению с ACR II типом) и 78,26% ($p = 0,053$ по сравнению с ACR II типом; таблица).

Обсуждение. Полученные в нашем исследовании данные о высокой чувствительности МРТ с ДК в выявлении инвазивного РМЖ, проявляющегося в виде асимметрий при маммографии, согласуются с рядом других работ. Это обстоятельство позволяет уверенно исключать инвазивный РМЖ при отсутствии накопления контрастного вещества в области интереса или неподозрительной кинетике этого процесса (I тип), не требуя морфологической верификации. С другой стороны, довольно давно известна проблема относительно низкой специфичности МРТ с ДК при исследованиях МЖ, что обусловлено широким кругом пролиферативных процессов, характерных для данного органа, особенно у женщин молодого возраста, которые встречаются часто и часто дают подозрительные варианты кинетики контрастирования [17].

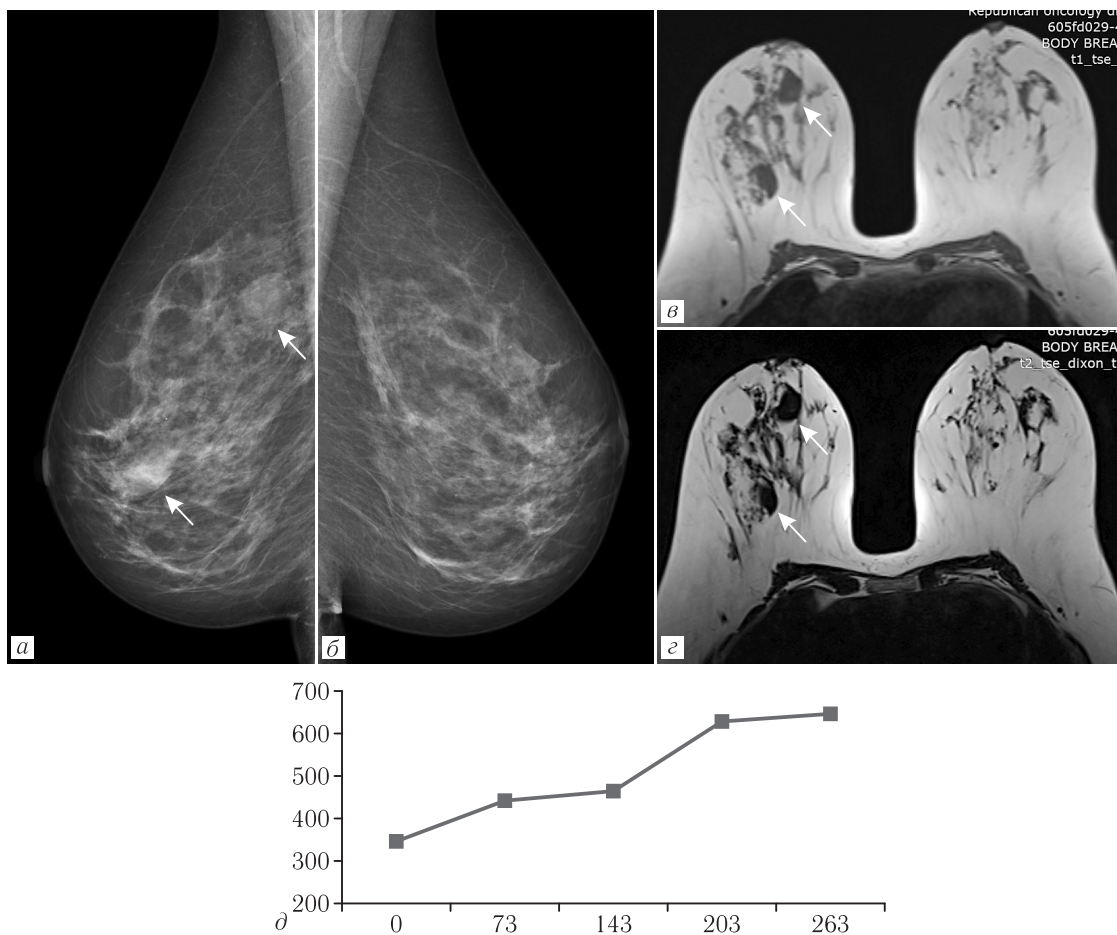


Рис. 5. *а, б* — Маммограммы правой и левой молочной железы в медиолатеральных косых проекциях: справа в позадиссосковой зоне и в верхненаружном квадранте определяются области асимметрии (стрелки); *в, г* — T1-TSE и T2-TSE МР-томограммы: в зонах асимметрии определяются гипоинтенсивные образования, характеризующиеся I типом кинетики контрастирования (δ ; по оси абсцисс — время в секундах). Гистология — фиброаденомы

Fig. 5. *a, b* — Mediolateral oblique mammography images of right and left breast show the two asymmetric densities in the right retroareolar area and in the upper-outer quadrant (arrows); *в, г* — T1-TSE и T2-TSE MR-image: in the area of asymmetries there were hypodense masses showing ACR I type of contrast enhancement (δ ; axis OX — time [seconds]). Histology report — fibroadenomas

Таблица

Сводная таблица кинетико-морфологических свойств маммографически выявляемых асимметрий молочных желез

Table

Summary table of MR contrast enhancement kinetics and morphological properties of mammographically revealed breast asymmetric densities

Морфологический тип	Тип кривой контрастирования				Всего
	отсутствие накопления	I	II	III	
Истинные асимметрии без объемного образования	14 (45,16%)	10 (32,26%)	3 (9,68%)	4 (12,9%)	31 (100%)
Физиологические асимметрии	14 (48,28%)	10 (34,48%)	2 (6,90%)	3 (10,34%)	29 (100%)
Асимметричный отек	—	—	1 (50,0%)	1 (50,0%)	2 (100%)
Истинные асимметрии с наличием объемного образования	11 (61,11%)	2 (11,11%)	3 (16,67%)	2 (11,11%)	18 (100%)
Рак молочной железы	—	—	3 (60,0%)	2 (40,0%)	5 (100%)
Доброкачественные образования	11 (84,62%)	2 (15,38%)	—	—	13 (100%)
Послеоперационные рубцы	4 (50,0%)	2 (25,0%)	1 (12,5%)	1 (12,5%)	8 (100%)
Всего	29 (50,88%)	14 (24,56%)	7 (12,28%)	7 (12,28%)	57 (100%)

Примечание: сумма процентов в строках может не соответствовать 100% ввиду округления.
Note: The percent sum in the lines may not correspond to 100% due to the rounding.

В нашем исследовании подозрительные паттерны контрастирования регистрировались и при отсутствии очаговых образований в зоне асимметрии, т.е. при асимметричном распределении рентгеноплотных тканей, основной причиной чего является фиброзно-кистозная болезнь (ФКБ) МЖ, при которой в 12–71% случаев могут проявляться зоны накопления контрастного вещества, не связанные с очаговым образованием, часто очагового или регионального характера, с медленным или умеренно быстрым подъемом и персистирующей или плато-подобной кинетикой отсроченного контрастного усиления [18]. Очаговые фиброзно-кистозные изменения могут демонстрировать подозрительную кинетику накопления контрастного вещества. В одном исследовании патоморфологический диагноз регионального неузлового усиления был равномерно распределен между фиброзно-кистозными изменениями и злокачественными новообразованиями, при этом неузловое усиление характеризовалось прогностическим значением положительного результата 42% как для фиброзно-кистозных изменений, так и для злокачественных образований с компонентом протоковой карциномы *in situ* [19]. В небольшом проценте случаев фиброзно-кистозные изменения описываются как соответствующие протоковому распределению зоны контрастного усиления, которое определяется как линейное неочаговое усиление, с ветвлением или без него, направленное к соску и выглядящее как соответствующее системе протоков МЖ. Этот тип распределения регистрируется в 3–18% случаев [20].

Другой возможной причиной ложноположительных результатов при МРТ МЖ являются воспалительные изменения, в частности, инфекционный мастит, при котором наиболее частой находкой при динамическом контрастном усилении является неузловое усиление (82–100%) с регионарным или мультирегионарным характером распределения (40–96%) и медленным или умеренным подъемом с персистирующей или плато-подобной отсроченной фазой в 43–98% случаев и реже — с быстрым начальном подъемом интенсивности с вымыванием (14–55% случаев). Характер контрастного усиления при остром мастите и воспалительном РМЖ перекрывается, вероятно, из-за ангиогенеза, вызванного как инфекционным воспалением, так и опухолью [21–23].

Также проблемой дифференциальной диагностики может быть псевдоангиоматозная стромальная гиперплазия (PASH), наиболее часто проявляющаяся при МРТ как не ассоциированная с очаговым образованием зона накопления контраста, что предположительно связано с наличием щелевидных анастомозирующих каналов, перемежающихся с узловой железисто-фиброзной тканью [24, 25]. Сопутствующая не ассоциированная с объемным образованием зона накопления контрастного вещества может иметь регионарное,

сегментарное или очаговое распределение с плато-подобной или персистирующей кинетикой усиления и часто требует биопсии для дифференцирования с РМЖ [26, 27].

Подозрительные варианты контрастирования доброкачественных очаговых изменений в нашем исследовании регистрировались при жировых некрозах, типично развивающихся после любых травм МЖ, включая операционную. Однако известно, что и другие доброкачественные образования могут ассоциироваться с подобными вариантами накопления контраста. Например, интрамаммарные лимфатические узлы, хотя и обычно характеризуются наличием жирового центра, овальной или почкообразной формой и четкими контурами без признаков центрального некроза или утолщения коркового слоя, в ряде случаев могут не иметь определяемого при МРТ четко выраженного жирового центра из-за ограничений пространственного разрешения метода. Кроме того, лимфатические узлы часто демонстрируют III тип кинетики контрастного усиления с интенсивным быстрым начальным подъемом и отсроченным вымыванием, в результате в таких случаях МРТ не может быть использована для достоверной дифференциации доброкачественного лимфатического узла от злокачественного образования, что обычно требует биопсии [28, 29]. Также ложноположительные результаты могут быть обусловлены идиопатическим гранулематозным маститом, представляющим собой редкий иммуноопосредованный хронический воспалительный процесс у женщин репродуктивного возраста, при котором не ассоциированное с очаговым образованием контрастное усиление наблюдается в 77% случаев. Кинетика усиления его — чаще медленная, или имеется умеренно быстрый подъем с последующим персистированием или плато-подобным отсроченным усилением, хотя может наблюдаться и III тип кинетической кривой [30].

Проблема жировых некрозов носит особенно актуальный характер при ятрогенных асимметриях (послеоперационных рубцах, которые, как было показано ранее, ассоциированы с повышением риска развития РМЖ [31]). Данный тип изменений подробно описан ранее [16] и не требует, по нашему мнению, отдельной характеристики применительно к варианту маммографического отображения.

Другой проблемой МРТ является относительно низкое пространственное разрешение, что обычно не позволяет уверенную визуализацию РМЖ *in situ* [17].

Ограничения исследования. Определенным ограничением нашего исследования может являться верификация отсутствия РМЖ данными минимум 3-летнего динамического наблюдения. Однако этот подход широко используется как в исследованиях, так и в клинической практике, например, для обоснования возможности изменения категории BI-RADS 3 на категорию BI-RADS 2 по данным маммо-

графии [32], и хорошо согласуется со сведениями о среднем времени удвоения относительно низко-агрессивных вариантов РМЖ, составляющем 1126 дней (3,1 года), 624 дня (1,7 года) и 254 дня (0,7 года) для люминального А, люминального В и нелюминального подтипов РМЖ [33]. Кроме того, в нашем исследовании проводилась дополнительная верификация отсутствия РМЖ по данным УЗИ, в результате вероятность ошибки (т.е. наличия РМЖ у пациенток с изменениями, расцененными как доброкачественные), как ожидается, составляет ниже 0,4–1,7% [32].

Также небольшой объем выборки исследования и частично ретроспективный его характер могут снижать его репрезентативность, однако в нем четко продемонстрирована особенность МРТ с ДК в виде низ-

кой специфичности факта выявления подозрительных паттернов контрастирования при высокой специфичности отрицательного результата. Вследствие этого целесообразным является изучение вариантов количественной оценки как пространственных, так и временных характеристик контрастирования, и попыток их классификации с использованием современных инструментов.

Заключение. В результате общая чувствительность МРТ с ДК в диагностике РМЖ на фоне маммографически выявляемых асимметрий составила 100%, специфичность — 69,57%. При этом отсутствие признаков накопления контрастного вещества в зоне асимметрии либо накопление контраста, описываемое кинетической кривой I типа, можно расценивать как свидетельство отсутствия инвазивного РМЖ.

Сведения об авторах:

Меринов Сергей Николаевич — врач-рентгенолог рентгеновского отделения государственного бюджетного учреждения «Республиканский клинический онкологический диспансер Республики Марий Эл»; 424036, Йошкар-Ола, ул. Осипенко, д. 22; e-mail: xhafabayer@yandex.ru; ORCID 0000-0001-5689-8815;

Пасынков Дмитрий Валерьевич — доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой лучевой диагностики и онкологии; заведующий рентгеновским отделением; 424036, Йошкар-Ола, ул. Осипенко, д. 22; e-mail: passynkov@mail.ru; ORCID 0000-0003-1888-2307;

Тухбатуллин Мунир Габдулфатович — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой ультразвуковой диагностики Казанской государственной медицинской академии — филиала федерального государственного бюджетного образовательного учреждения дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 420012, Казань, ул. Муштары, д. 11; e-mail: munir.tuhbatullin@tatar.ru; ORCID 0000-0002-0055-4746;

Михальцова Марина Алексеевна — врач-онколог отделения амбулаторной диагностики и лечения государственного бюджетного учреждения «Республиканский клинический онкологический диспансер Республики Марий Эл»; 424036, Йошкар-Ола, ул. Осипенко, д. 22; e-mail: marina-mikhaltsova@yandex.ru; ORCID 0009-0009-0844-3731;

Бусыгина Ольга Валерьевна — кандидат медицинских наук, кафедра лучевой диагностики и онкологии, доцент; врач-рентгенолог рентгеновского отделения государственного бюджетного учреждения «Республиканский клинический онкологический диспансер Республики Марий Эл»; 424036, Йошкар-Ола, ул. Осипенко, д. 22; e-mail: busygina.olga@inbox.ru; ORCID 0000-0001-7513-2217;

Романьева Екатерина Андреевна — врач-рентгенолог рентгеновского отделения государственного бюджетного учреждения «Республиканский клинический онкологический диспансер Республики Марий Эл»; 424036, Йошкар-Ола, ул. Осипенко, д. 22; e-mail: katerina.rrr@bk.ru; ORCID 0000-0002-0254-092X;

Петров Евгений Александрович — врач-онколог отделения амбулаторной диагностики и лечения государственного бюджетного учреждения «Республиканский клинический онкологический диспансер Республики Марий Эл»; 424036, Йошкар-Ола, ул. Осипенко, д. 22; e-mail: petr-jeka@mail.ru; ORCID 0009-0008-1980-6983.

Information about the authors:

Serguei N. Merinov — radiologist, department of radiology in Clinical Oncology Dispensary of Mari El Republic; e-mail: xhafabayer@yandex.ru. Mailing Address: 22 Osipenko St., 424036 Yoshkar-Ola, Russia; ORCID 0000-0001-5689-8815;

Dmitry V. Pasynkov — Dr. of Sci. (Med.), associate professor, head of the department of radiology and oncology in Mari State University, head of the department of radiology in Clinical Oncology Dispensary of Mari El Republic; e-mail: passynkov@mail.ru. Mailing Address: 22 Osipenko St., 424036 Yoshkar-Ola, Russia; ORCID 0000-0003-1888-2307;

Munir G. Tuhbatullin — Dr. of Sci. (Med.), Professor, Head of Department of Diagnostic Ultrasound, Kazan State Medical Academy — Branch Campus of the Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Russia, Kazan; SPIN 8560-1688; e-mail: munir.tuhbatullin@tatar.ru. Mailing Address: 11 Mushtari St, 420012 Kazan, Russia; ORCID 0000-0002-0055-4746;

Marina A. Mikhaltsova — oncologist, department of out-patient diagnostics and treatment in Clinical Oncology Dispensary of Mari El Republic; SPIN 5946-9603; e-mail: marina-mikhaltsova@yandex.ru. Mailing Address: 22 Osipenko St., 424036 Yoshkar-Ola, Russia; ORCID 0009-0009-0844-3731;

Olga V. Busygina — Cand. of Sci. (Med.), department of radiology and oncology in Mari State University, associate professor; radiologist, department of radiology in Clinical Oncology Dispensary of Mari El Republic; SPIN 4550-4393; e-mail: busygina.olga@inbox.ru. Mailing Address: 22 Osipenko St., 424036 Yoshkar-Ola, Russia; ORCID 0000-0001-7513-2217;

Katerina A. Romanycheva — radiologist, department of radiology in Clinical Oncology Dispensary of Mari El Republic; SPIN 4232-1106; Author ID (Scopus): 57190967121; e-mail: katerina.rrr@bk.ru. Mailing Address: 22 Osipenko St., 424036 Yoshkar-Ola, Russia; ORCID 0000-0002-0254-092X;

Evgeny A. Petrov — oncologist, department of out-patient diagnostics and treatment in Clinical Oncology Dispensary of Mari El Republic; SPIN 4519-1351; e-mail: petr-jeka@mail.ru. Mailing Address: 22 Osipenko St., 424036 Yoshkar-Ola, Russia; ORCID 0009-0008-1980-6983.

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства согласно международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределен

следующим образом: концепция и план исследования — С.Н.Меринов, Д.В.Пасынков, М.Г.Тухбатуллин; сбор и математический анализ данных — С.Н.Меринов, М.А.Михальцова, О.В.Бусыгина, Е.А.Романыхева, Е.А.Петров; подготовка рукописи — С.Н.Меринов, Д.В.Пасынков, М.Г.Тухбатуллин.

Authors' contributions. All the authors met the ICMJE authorship criteria. Special contribution: *SNM, DVP, MGT* aided in the concept and plan of the study; *SNM, DVP, MGT* provided collection and mathematical analysis of data; *SNM, DVP, MGT* prepared the final manuscript version.

Потенциальный конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Disclosure: the authors declare that they have no competing interests.

Соответствие принципам этики: исследование одобрено Комитетом по этике Казанской государственной медицинской академии (протокол № 02/02 от 26 февраля 2026 г.). Информированное согласие получено от каждого пациента.

Adherence to ethical standards: the study was approved by the Ethics Committee of the Kazan State Medical Academy (Protocol No. 02/02 dated February 26, 2026). Informed consent was obtained from each patient.

Поступила/Received: 01.12.2025

Принята к печати/Accepted: 29.05.2026

Опубликована/Published: 29.06.2026

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Sung H., Ferlay J., Siegel R.L. et al. Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries // *CA Cancer J. Clin.* 2021. Vol. 71, No 3. P. 209–249. doi: 10.3322/caac.21660.
2. Arnold M., Morgan E., Rumgay H. et al. Current and future burden of breast cancer: Global statistics for 2020 and 2040 // *Breast.* 2022. Vol. 66. P. 15–23. doi: 10.1016/j.breast.2022.08.010.
3. Золотарев Н.Ю., Старинский В.В., Шахзадова А.О., Грецова О.П. Динамика основных показателей медицинской помощи населению Российской Федерации за 1993–2023 гг. по профилю «Онкология» // *Онкология. Журнал им. П.А.Герцена.* 2025. Т. 14, № 3. С. 71–77. [Zolotarev N.Yu., Starinsky V.V., Shakhzadova A.O., Grecova O.P. Dynamics of the main indicators of medical care to the population of the Russian Federation for the period 1993–2023 in the «Oncology» profile. *P.A. Herzen Journal of Oncology*, 2025, Vol. 14, No 3, pp. 71–77 (In Russ.).] <https://doi.org/10.17116/onkolog20251403171>.
4. Duffy S.W., Tabár L., Yen A.M. et al. Mammography screening reduces rates of advanced and fatal breast cancers: Results in 549,091 women // *Cancer.* 2020. Vol. 126, No. 13. P. 2971–2979. doi: 10.1002/cncr.32859.
5. van der Waal D., Ripping T.M., Verbeek A.L., Broeders M.J. Evidence for reducing cancer-specific mortality due to screening for breast cancer in Europe: A systematic review // *Eur. J. Cancer.* 2020. Vol. 127. P. 191–206. doi: 10.1016/j.ejca.2019.12.010.
6. Henderson J.T., Webber E.M., Weyrich M.S. et al. Screening for breast cancer: evidence report and systematic review for the US Preventive Services Task Force // *JAMA.* 2024. Vol. 331, No. 21. P. 1860–1895. doi: 10.1001/jama.2023.25844.
7. Duffy S.W., Vulkan D., Cuckle H. et al. Effect of mammographic screening from age 40 years on breast cancer mortality (UK Age trial): final results of a randomised, controlled trial // *Lancet Oncol.* 2020. Vol. 21, No. 9. P. 1165–1172. doi: 10.1016/S1470-2045(20)30398-e on digital breast tomosynthesis in breast cancer detection // *Breast.* 2013. Vol. 22, No. 2. P. 101–108.
8. Mann R.M., Kuhl C.K., Moy L. Contrast-enhanced MRI for breast cancer screening // *J. Magn. Reson Imaging.* 2019. Vol. 50, No. 2. P. 377–390.
9. Newell M.S. ACR BI-RADS® v2025 Manual. Reston, VA: American College of Radiology, 2025.
10. Пасынков Д.В., Меринов С.Н., Павликова О.А. и др. Маммографически определяемые асимметрии паренхимы молочных желез: причины и возможности их маммографической и ультразвуковой дифференциальной диагностики // *Acta Medica Eurasica.* 2023. № 4. С. 55–68. [Pasyankov D.V., Merinov S.N., Pavlikova O.A. et al. Mammographically determined asymmetries of the mammary parenchyma: causes and opportunities of their mammographic and ultrasound differential diagnosis. *Acta Medica Eurasica*, 2023, No. 4, pp. 55–68 (In Russ.).]
11. Leung J.W., Sickles E.A. Developing asymmetry identified on mammography: correlation with imaging outcome and pathologic findings // *AJR Am. J. Roentgenol.* 2007. Vol. 188, No. 3. P. 667–675. doi: 10.2214/AJR.06.0413.
12. Yan J., Jiaren M. Comparative study of mammography and breast ultrasound in the diagnosis of breast cancer in young women: A meta-analysis // *Journal of Radiation Research and Applied Sciences.* 2025. Vol. 18, No. 3. P. 101767. <https://doi.org/10.1016/j.jrras.2025.101767>.
13. Saslow D., Boetes C., Burke W. et al. American Cancer Society guidelines for breast screening with MRI as an adjunct to mammography // *CA Cancer J. Clin.* 2007. Vol. 57, No. 2. P. 75–89. doi: 10.3322/canjclin.57.2.75.
14. Mann R.M., Balleyguier C., Baltzer P.A. et al. Breast MRI: EUSOBI recommendations for women's information // *Eur. Radiol.* 2015. Vol. 25, No. 12. P. 3669–3678. doi: 10.1007/s00330-015-3807-z.
15. Бусыгина О.В., Тухбатуллин М.Г., Пасынков Д.В. Диагностическая ценность магнитно-резонансной томографии с динамическим контрастированием в оценке состояния рубцов молочной железы после вмешательств по поводу доброкачественной патологии // *Acta medica Eurasica.* 2023. № 4. С. 18–30. [Busygina O.V., Tukhbatullin M.G., Pasyankov D.V. Diagnostic value of magnetic resonance imaging with dynamic contrasting in assessing the condition of breast scars after interventions for benign pathology. *Acta medica Eurasica*, 2023, No. 4, pp. 18–30 (In Russ.).] doi: 10.47026/2413-4864-2023-4-18-30.
16. Sharma S., Vicenty-Latorre F.G., Elsherif S., Sharma S. Role of MRI in Breast Cancer Staging: A Case-Based Review // *Cureus.* 2021. Vol. 13, No. 12. P. e20752. doi: 10.7759/cureus.20752.
17. Jansen S.A., Shimauchi A., Zak L. et al. The diverse pathology and kinetics of mass, nonmass, and focus enhancement on MR imaging of the breast // *J. Magn. Reson. Imaging.* 2011. Vol. 33, No. 6. P. 1382–1389. doi: 10.1002/jmri.22567.
18. Stojkovic B., Bojanic K., Koomen M. et al. Breast Dynamic Contrast Enhanced MRI: Fibrocystic Changes Presenting as a Non-mass Enhancement Mimicking Malignancy // *Open Med. (Wars).* 2017. Vol. 12. P. 288–294. doi: 10.1515/raon-2017-0016.

20. Van den Bosch M.A., Daniel B.L., Mariano M.N. et al. Magnetic resonance imaging characteristics of fibrocystic change of the breast // *Invest. Radiol.* 2005. Vol. 40. P. 436–441. doi: 10.1097/01.rli.0000167123.26334.c8.
21. Yuen S., Uematsu T., Kasami M. et al. Breast carcinomas with strong high-signal intensity on T2-weighted MR images: pathological characteristics and differential diagnosis // *J. Magn. Reson. Imaging.* 2007. Vol. 25, No. 3. P. 502–510. doi: 10.1002/jmri.20845.
22. Rieber A., Tomczak R., Mergo P.J. et al. MRI of the breast in the differential diagnosis of mastitis versus inflammatory carcinoma and in monitoring of the inflammatory process during treatment // *Eur. Radiol.* 1997. Vol. 7, No. 7. P. 1207–1214. doi: 10.1097/00004728-199701000-00025.
23. Tan H., Li R., Peng W. et al. Radiological and clinical features of adult non-puerperal mastitis // *Br. J. Radiol.* 2013. Vol. 86. P. 2012065. doi: 10.1259/bjr.20120657.
24. Jones K.N., Glazebrook K.N., Reynolds C. Pseudoangiomatous stromal hyperplasia: imaging findings with pathologic and clinical correlation // *AJR Am. J. Roentgenol.* 2010. Vol. 195, No. 4. P. 1036–1042. doi: 10.2214/AJR.09.3284.
25. Speer M.E., Yoon E.C., Berg W.A., Chang Sen L.Q. Pseudoangiomatous Stromal Hyperplasia: Radiologic-Pathologic Correlation // *J. Breast Imaging.* 2023. Vol. 5, No. 1. P. 67–72. doi: 10.1093/jbi/wbac051.
26. Alikhass A., Skarpathiotakis M., Lu F.L., Curpen B. Pseudoangiomatous stromal hyperplasia of the breast, imaging and clinical perspective: A review // *Breast Dis.* 2023. Vol. 42, No. 1. P. 147–153. doi: 10.3233/BD-220072.
27. Nia E.S., Adrada B.E., Whitman G.J. et al. MRI features of pseudoangiomatous stromal hyperplasia with histopathological correlation // *Breast J.* 2021. Vol. 27, No. 3. P. 188–197. doi: 10.1111/tbj.14154.
28. Luciani M.L., Evans A.J., Gillan M.G. et al. Intramammary lymph nodes: normal and abnormal multimodality imaging features // *Br. J. Radiol.* 2019. Vol. 92, No. 1104. P. 20190517. doi: 10.1259/bjr.20190517.
29. Ko E.S., Han B.K., Kim R.B. et al. MRI Features for Prediction Malignant Intra-Mammary Lymph Nodes: Correlations with Mammography and Ultrasound // *Investig. Magn. Reson. Imaging.* 2022. Vol. 26, No. 2. P. 135–144. doi: 10.13104/imri.2022.26.2.135.
30. Gunduz Y., Altintoprak F., Tatli Ayhan L. et al. Effect of topical steroid treatment on idiopathic granulomatous mastitis: clinical and radiologic evaluation // *Breast J.* 2014. Vol. 20. P. 586–591. doi: 10.1111/tbj.12335.
31. Ключкин И.В., Пасынков Д.В., Бусыгина О.В., Пасынкова О.О. К вопросу о возможном повышении риска рака молочной железы у пациенток, перенесших оперативные вмешательства на ней по поводу доброкачественной патологии // *Казанский медицинский журнал.* 2015. Т. 96, № 3. С. 316–321. [Klyushkin I.V., Pasyunkov D.V., Busygina O.V., Pasyunkova O.O. On the possibility of an increased risk of breast cancer in patients who underwent breast surgeries for benign diseases. *Kazan medical journal*, 2015, Vol. 96, No 3, pp. 316–321 (In Russ.).] doi: 10.17750/KMJ2015-316.
32. Jang J.Y., Kim S.M., Kim J.H. et al. Clinical significance of interval changes in breast lesions initially categorized as probably benign on breast ultrasound // *Medicine (Baltimore).* 2017. Vol. 96, No. 12. P. e6415. doi: 10.1097/MD.00000000000006415.
33. Fischer U. Tumor Growth Rate of Luminal and Nonluminal Invasive Breast Cancer Calculated on MRI Imaging // *Clin. Breast Cancer.* 2025. Vol. 25, No. 5. P. 422–430. doi: 10.1016/j.clbc.2025.02.008.

Открыта подписка на 2-е полугодие 2026 года.

Подписной индекс:

«Урал Пресс» (Пресса России) **014023**