

## Рентгенологические маркёры сердечно-сосудистого риска по данным анализа цифровых маммограмм: одномоментное исследование

Д.Д. Цурская, Е.А. Мершина, В.Е. Сеницын, О.Е. Ивлёв, Е.М. Филичкина, Е.Б. Яровая, Г.О. Долгушин, Я.А. Орлова

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

### АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** Литературные данные подтверждают взаимосвязь сердечно-сосудистого риска с рентгенологической плотностью молочной железы и кальцинозом стенок её артерий. Однако их комплексное влияние остаётся недостаточно изученным.

**Цель исследования.** Оценка взаимосвязи рентгенологической плотности молочной железы и выраженности кальциноза в стенках её артерий с категорией риска сердечно-сосудистых заболеваний у асимптомных женщин 40 лет и старше.

**Методы.** Проведено одномоментное одноцентровое выборочное исследование. В исследование включали данные женщин, проходивших профилактическое маммографическое обследование на базе Университетской клиники Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова за период с 2019 по 2023 год. Определяли категорию риска сердечно-сосудистых заболеваний в соответствии со шкалой SCORE2 (Systematic Coronary Risk Estimation 2). Для получения данных о рентгенологической плотности молочных желёз и кальцинатах в ткани желёз врач-рентгенолог анализировал маммограммы на рабочей станции. Анализ полученных данных проведён с помощью метода машинного обучения UMAP (Uniform Manifold Approximation & Projection). Отношения шансов и 95% доверительный интервал строили с помощью однофакторной логистической регрессии. За референс принимали «благоприятную» группу по данным маммографии — группа с высокой плотностью молочных желёз и без кальцинатов. Отношение шансов для выделенных групп приведено по отношению к референсу. Для анализа таблиц сопряжённости использовался критерий  $\chi^2$  Пирсона. Уровень значимости для всех проверяемых гипотез приняли равным 0,05.

**Результаты.** Проанализированы маммограммы 1030 женщин в возрасте от 40 до 89 лет. В результате исследования сформировали 8 групп (G7–G0) женщин в зависимости от комбинаций следующих критериев: высокая или низкая плотность ткани железы, наличие или отсутствие сосудистого и не сосудистого кальциноза и его распространённости. Установлено, что у женщин с низкой рентгенологической плотностью молочных желёз и наличием сосудистых кальцинатов более чем в одном квадранте, вероятность выявления высокого и очень высокого риска сердечно-сосудистых заболеваний составляет более 75%. В свою очередь, при сочетании сосудистых и несосудистых кальцинатов с вовлечением двух и более квадрантов вероятность превышает 90%.

**Заключение.** Данное исследование позволило установить наличие связи между рентгенологической плотностью ткани молочных желёз, наличием кальцинатов и категорией риска сердечно-сосудистых заболеваний.

**Ключевые слова:** маммография; кальциноз молочной железы; плотность молочных желёз; сердечно-сосудистый риск.

### КАК ЦИТИРОВАТЬ:

Цурская Д.Д., Мершина Е.А., Сеницын В.Е., Ивлёв О.Е., Филичкина Е.М., Яровая Е.Б., Долгушин Г.О., Орлова Я.А. Рентгенологические маркёры сердечно-сосудистого риска по данным анализа цифровых маммограмм: одномоментное исследование // Digital Diagnostics. 2025. Т. 6, № 3. С. XXX–XXX. DOI: 10.17816/DD643487 EDN: VQGCFY

Рукопись получена: 27.12.2024

Рукопись одобрена: 21.07.2025

Опубликована online: 12.09.2025

Статья доступна по лицензии CC BY-NC-ND 4.0 International

© Эко-Вектор, 2025

## Radiological Markers of Cardiovascular Risk Based on Digital Mammography Data: A Cross-Sectional Study

Daria D. Tsurskaya, Elena A. Merzhina, Valentin E. Sinitsyn, Oleg E. Ivlev, Elena M. Filichkina, Elena B. Yarovaya, Grigoriy O. Dolgushin, Yana A. Orlova

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

### ABSTRACT

**BACKGROUND:** Existing literature data confirm the association between the risk of developing cardiovascular pathology, radiographic density of the mammary gland and the presence of vascular calcification of the breast. However, these studies did not take into account possible combinations of these factors. Thus, at present, there is no unambiguous data on the combined effect of radiographic density and vascular calcification of the mammary glands on cardiovascular risk.

**AIM:** To assess the relationship between the radiographic density of breast tissue and the severity of calcification in the walls of its arteries with the risk category of cardiovascular diseases in asymptomatic women aged 40 years and older.

**METHODS:** Mammograms of 1030 female patients aged 40 to 89 years were analyzed. The patients have been performed the screening mammography in the University Hospital of the Moscow State University named after M.V.Lomonosov for the period from 2019 to 2023. To obtain data on breast density (BD) and calcifications for each breast, a radiologist evaluated mammograms on a General Electric Senographe Essential SenoIris mammography workstation. The obtained data were analyzed using state-of-the-art UMAP machine learning method. Odds ratios (OR) and 95% confidence intervals for OR were constructed using univariate logistic regression. The most “favorable” group according to mammography data, i.e. the group with high density (ACR C or ACR D) of mammary glands (MG) without calcifications, was taken as the reference. OR for the selected groups is given in relation to the reference. Pearson’s  $\chi^2$  criterion was used to analyze contingency tables. The significance level for all tested hypotheses was taken to be 0.05.

**RESULTS:** As a result of the study, 8 groups were formed depending on the combinations of the following criteria: high or low density, the presence or absence of vascular and non-vascular calcification and its prevalence. It was demonstrated that in women with low radiographic density of the mammary glands and the presence of vascular calcifications, possibly in combination with non-vascular ones, the probability of detecting high and very high vascular risk is more than 75%. With a combination of vascular and non-vascular calcifications in more than one segment, the probability is above 90%.

**CONCLUSION:** This study allowed us to establish an association between the radiographic density of mammary gland (MG) tissue, the presence of benign calcifications and cardiovascular risk (CVR).

**Keywords:** mammography; vascular calcification; mammographic breast density; cardiovascular disease.

### TO CITE THIS ARTICLE:

Tsurskaya DD, Merzhina EA, Sinitsyn VE, Ivlev OE, Filichkina EM, Yarovaya EB, Dolgushin GO, Orlova YaA. Radiological Markers of Cardiovascular Risk Based on Digital Mammography Data: A Cross-Sectional Study. *Digital Diagnostics*. 2025;6(3):XXX-XXX. DOI: 10.17816/DD643487  
EDN: VQGCFY

Submitted: 27.12.2024

Accepted: 21.07.2025

Published online: 12.09.2025

The article can be used under the CC BY-NC-ND 4.0 International License

Accepted for publication

## ОБОСНОВАНИЕ

Согласно данным исследований и клинических рекомендаций, маммография является основным методом скрининга рака молочной железы и рекомендована женщинам начиная с 40 лет — ежегодно или один раз в два года [1, 2].

Этот метод лучевой диагностики продемонстрировал высокую эффективность в раннем выявлении злокачественных новообразований, зарекомендовав себя как быстрый, доступный и экономически обоснованный метод диагностики, позволяющий охватывать широкие группы женского населения [1, 2].

В связи с этим особый интерес представляет возможность использования маммографии не только для диагностики рака молочной железы, но и для получения дополнительной информации о состоянии здоровья женщин. В частности, выявление на маммограммах признаков, ассоциированных с повышенным риском социально значимых заболеваний, таких как ишемическая болезнь сердца и атеросклероз, открывает перспективы для расширения профилактических мероприятий и может способствовать улучшению прогноза пациенток [3,4]. Установлено, что кальциноз стенок маммарных артерий обладает высокой информативностью в отношении риска кальцификации коронарных артерий, которую рассматривают как достоверный маркер коронарного атеросклероза и ишемической болезни сердца, а также значимый предиктор неблагоприятных сердечно-сосудистых событий [3–5]. Морфологически кальциноз меди артерий молочной железы отличается от интимального атеросклеротического поражения стенок коронарных артерий, связанного с ишемической болезнью сердца. Тем не менее проведённые исследования подтверждают наличие статистически значимой корреляции между кальцификацией стенок артерий молочной железы и сердечно-сосудистыми факторами риска, а также распространённостью ишемической болезни сердца [6]

По данным последних исследований стало очевидно, что маммографическим маркером риска сердечно-сосудистых событий могут выступать не только сосудистые кальцинаты. Так, в литературном обзоре Е.В. Бочкарёвой и соавт. [7], основанном на анализе данных крупных когортных исследований, продемонстрировано, что рентгенологическая плотность молочной железы также является предиктором развития неблагоприятных сердечно-сосудистых событий. С. Sardu и соавт. [8] установили, что у женщин, имевших до наступления менопаузы наименьшую рентгенологическую плотность молочной железы [тип ACR (American College of Radiology) A], 10-летняя частота крупных неблагоприятных сердечно-сосудистых событий составила 19,6%, что в несколько раз превышало аналогичный показатель у женщин с более высокой рентгенологической плотностью молочной железы: 7,6, 3,3 и 2% для категорий ACR B, C и D соответственно. Кроме того, наличие низкой рентгенологической плотности молочной железы (ACR A) в пременопаузе ассоциировано с трехкратным увеличением 10-летнего риска развития сердечно-сосудистых событий. Несмотря на возрастающий интерес к изучению взаимосвязи маммографических признаков и риска сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ), существующие работы в данной области имеют определённые ограничения, что затрудняет широкое применение полученных данных в клинической практике.

- Во-первых, в литературе сохраняется неоднозначность в отношении диагностической и прогностической ценности кальцинатов молочных артерий как маркера сердечно-сосудистого риска. Данный показатель не включён в международные рекомендации по диагностике и профилактике ССЗ, что ограничивает его признание в клинических алгоритмах [4].
- Во-вторых, методологические ограничения ранее проведённых исследований также существенно снижают возможность обобщения их результатов. Некоторые работы выполнены с использованием одномоментного дизайна исследования без длительного последующего наблюдения [5, 6], что исключает возможность оценить динамику развития ССЗ и их осложнений. Кроме того, кальциноз молочных артерий зачастую оценивают с использованием упрощённой бинарной классификации («присутствует» или «отсутствует»), без количественной характеристики степени кальцификации [5, 6], что снижает чувствительность оценки.

Особый интерес представляют исследования, в которых кальцинаты молочных артерий рассматривают не изолированно, а в сочетании с другими маммографическими маркерами. Так, Е. Aldous и соавт. [9] установили, что комплексная оценка рентгенологической плотности молочной железы и кальцификации молочных артерий повышает прогностическую точность в

отношении риска развития ишемической болезни сердца по сравнению с анализом каждого из этих показателей по отдельности.

Это указывает на перспективность комплексного подхода, а также подчёркивает необходимость разработки и внедрения стандартизированных протоколов оценки. Вместе с тем большинство предыдущих исследований не учитывало совокупное влияние рентгенологической плотности молочных желёз и наличия кальцинатов в молочных артериях на риск ССЗ [6–8]. Тем не менее данные маркёры отражают различные аспекты сосудистого и гормонального статуса женщины и потенциально могут обладать синергетическим прогностическим значением.

## ЦЕЛЬ

Оценка взаимосвязи рентгенологической плотности молочной железы и выраженности кальциноза в стенках её артерий с категорией риска сердечно-сосудистых заболеваний у асимптомных женщин 40 лет и старше.

## МЕТОДЫ

### ДИЗАЙН ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведено одномоментное одноцентровое выборочное исследование.

### УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ

В исследование включали данные женщин, проходивших профилактическое маммографическое обследование в Университетской клинике Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова в период с 2019 по 2023 год. Смещения запланированных временных интервалов не было.

### ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проведено в период с сентября по декабрь 2024 года.

### КРИТЕРИИ СООТВЕТСТВИЯ

#### Критерии включения:

- женщины с результатами профилактической рентгеновской маммографии;
- женщины в возрасте 40 лет и старше;
- проведение профилактической рентгеновской маммографии на базе Университетской клиники Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова в период с 2019 по 2023 год.

#### Критерии не включения:

- наличие артефактов на маммограмме;
- выполнение профилактической маммографии с ошибками (нестандартная укладка, неполный охват железы).

#### Критерии исключения:

- отсутствие в медицинских картах данных, необходимых для расчёта сердечно-сосудистого риска;
- установленный диагноз ишемической болезни сердца.

### ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ МАММОГРАФИЯ

Рентгеновскую маммографию проводили с использованием цифрового аппарата General Electric Senographe Essential® (GE Healthcare, США) в двух проекциях.

Для получения данных о рентгенологической плотности молочных желёз и видах кальцинатов в каждой молочной железе, врач-рентгенолог анализировал снимки, выполненные в краниокаудальной и медиолатеральной проекциях, на рабочей станции SenoIris® (GE Healthcare, США).

### ЦЕЛЕВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ИССЛЕДОВАНИЯ

#### Основной показатель исследования

В качестве основного показателя исследования рассматривали взаимосвязь рентгенологической плотности молочной железы и наличия кальциноза её артерий с категорией риска ССЗ.

## МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ЦЕЛЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

### Оценка плотности молочных желёз

Для интерпретации результатов маммографии использовали систему международной шкалы BI-RADS (Breast Imaging Reporting and Data System) [10].

Плотность молочных желёз оценивали с использованием общепринятой шкалы, предложенной Американской коллегией радиологов (American College of Radiology) и входящей в стандарты описания шкалы BI-RADS [10]. В соответствии с данной шкалой выделяют четыре типа плотности молочной железы (рис. 1). Для удобства представления данных ACR в таблицах общепринятые буквенные обозначения типов плотности мы заменили на числовые:

- А (1) — ткань железы имеет преимущественно жировую плотность (плотность — здесь и далее характеризует степень ослабления рентгеновского излучения при его прохождении через ткань железы). Маммография обладает высокой чувствительностью в диагностике патологических очагов;
- В (2) — отмечены отдельные участки фибро-гландулярной (фиброзно-железистой) низкой рентгенологической плотности;
- С (3) — железа неоднородной (гетерогенной) высокой плотности либо отдельные участки молочных желёз достаточно плотные и могут скрывать небольшие образования;
- D (4) — очень плотные железы. Маммография обладает низкой чувствительностью в диагностике патологических очагов.

### Оценка кальциноза стенок артерий молочных желёз

Тип кальциноза стенок артерий молочных желёз оценивали с использованием следующей шкалы, которую мы разработали:

- 1 — отсутствие кальцинатов;
- 2 — только несосудистые кальцинаты;
- 3 — только сосудистые кальцинаты;
- 4 — сосудистые и несосудистые кальцинаты.

Кроме того, учитывали распространённость вовлечённых квадрантов молочной железы по следующей шкале:

- 0 — отсутствие вовлечённых квадрантов;
- 1 — один квадрант;
- 2 — два;
- 3 — три и четыре.

В свою очередь, количество кальцинатов в квадранте учитывали в соответствии со следующей шкалой:

- 0 — отсутствие кальцинатов;
- 1 — единичные;
- 2 — множественные.

### Оценка категории риска сердечно-сосудистых заболеваний

Категорию риска ССЗ определяли в соответствии с рекомендациями Российского кардиологического общества с использованием шкалы SCORE2 (Systematic Coronary Risk Estimation 2) [11].

Данные, необходимые для оценки 10-летнего риска фатальных и нефатальных ССЗ, получали из медицинских карт пациенток. При этом учитывали следующие модифицируемые и немодифицируемые факторы:

- возраст;
- индекс массы тела;
- наличие вредных привычек (курение);
- концентрация глюкозы;
- концентрация общего холестерина;
- систолическое артериальное давление;
- отягощённый анамнез: наличие сахарного диабета 2-го типа, артериальной гипертензии, ССЗ.

## АНАЛИЗ В ГРУППАХ

Сформировано 10 различных подгрупп пациенток (G0–G9) в зависимости от наличия кальцинатов, плотности молочных желёз, типа кальцинатов и числа вовлечённых квадрантов (1 или 2 и более) (табл. 1).

Кроме того, применили современный метод машинного обучения UMAP (Uniform Manifold Approximation & Projection). Данный алгоритм разработали L. McInnes и соавт. [12] в 2020 году. Он является одним из самых современных среди всего семейства методов снижения размерности. Отличительная особенность данного метода — достаточно высокая скорость работы по сравнению с другими алгоритмами. Задача метода UMAP — моделирование многообразия с нечёткой топологической структурой (Fuzzy Topological Structure) на основе заданного набора данных (точек) и последующее его вложение в низкоразмерную проекцию данных, которая имеет максимально близкую нечёткую эквивалентную топологическую структуру. По результатам его применения на данных рентгеновской маммографии пациентки разделены на три кластера:

- I кластер — высокая плотность железы (ACR C или D) без кальцинатов;
- II кластер — низкая плотность железы (ACR A или B) без кальцинатов;
- III кластер — наличие любых кальцинатов вне зависимости от плотности железы.

Далее мы провели более детальный анализ в III кластере (пациентки с наличием кальцинатов), в результате которого сформировали итоговые 8 групп (G7–G0) (табл. 2).

Разделение по типу кальцинатов и числу вовлечённых квадрантов железы основано на бинарной логистической регрессии, где зависимой переменной стала категория риска ССЗ, принимающая два значения: 0 (низкий и умеренный риск) и 1 (высокий и очень высокий риск).

Группы сравнивали по категории риска ССЗ, используя отношения шансов (ОШ). За референсное значение принимали самую «благоприятную» группу по данным маммографии — группа с высокой плотностью молочных желёз (ACR C или D) и без кальцинатов. ОШ для выделенных групп приведено по отношению к референсу.

### ЭТИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА

Протокол исследования одобрен локальным этическим комитетом Медицинского научно-образовательного центра Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (протокол № 5 от 16.10.2023). Перед проведением рентгеновской маммографии пациентки подписывали согласие на проведение исследования. Обработка материала проводилась ретроспективно, дополнительное согласие пациентки не подписывали.

### СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

В связи с тем, что заранее определён период последовательного включения пациенток в выборку, её размер предварительно не рассчитывали.

Статистический анализ проведён в среде R 4.4.2 с открытым исходным кодом. Возраст представлен в виде  $M \pm SD$ , где  $M$  — среднее значение, а  $SD$  — стандартное отклонение. Качественные показатели описаны абсолютными значениями и их долями (%). Кластеризацию проводили с помощью метода машинного обучения UMAP. ОШ и 95% доверительный интервал (ДИ) для них построены с помощью однофакторной логистической регрессии. Для анализа таблиц сопряжённости использовали критерий  $\chi^2$  Пирсона. Для формирования групп по тяжести поражения на основе данных маммографии применяли многофакторную логистическую регрессию. Уровень значимости для всех проверяемых гипотез  $p=0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ

### ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЫБОРКИ

Выборка состояла из 1030 женщин в возрасте от 40 до 89 лет, прошедших профилактическую маммографию на базе Университетской клиники Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова. Распределение пациенток в зависимости от категории риска ССЗ в соответствии со шкалой SCORE2 продемонстрировано в табл. 3. Следует отметить, что наибольшее количество женщин характеризовались умеренным риском развития ССЗ — 33,7%. В табл. 4 представлена характеристика 10 первоначально сформированных групп пациенток (G9–G0) в зависимости от рентгенологической плотности молочных желёз, наличия и типа кальцинатов, а также числа вовлечённых квадрантов (1 или 2 и более). Результаты рентгеновской маммографии в зависимости от группы G9–G0 продемонстрированы на рис. 2–11 соответственно.

В результате применения метода машинного обучения UMAP к данным рентгеновской маммографии пациентки разделены на три кластера: I кластер ( $n=93$ ); II кластер ( $n=222$ ); III кластер ( $n=715$ ). После детального анализа в III кластере (пациентки с наличием кальцинатов) сформированы итоговые 8 групп (G7–G0), характеристика которых продемонстрирована в табл. 5.

## ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Высокая рентгенологическая плотность молочной железы при наличии кальцинатов ассоциирована с меньшей вероятностью высокой и очень высокой категории риска ССЗ в сравнении с низкой рентгенологической плотностью и наличием кальцинатами. Наибольшую ассоциацию с высокой и очень высокой категорией риска ССЗ демонстрировали группы G9 и G8. В свою очередь, отсутствие кальцинатов соответствует минимальной вероятности высокого и очень высокого риска ССЗ (см. табл. 4).

Установлена статистически значимая связь между числом вовлечённых квадрантов и выраженностью поражений как левой, так и правой молочной железы (табл. 6),  $p < 0,001$ .

Основная сложность классификации пациенток с кальцинатами заключалась в том, что доля женщин с несосудистыми кальцинатами достаточно мала по сравнению с пациентками, у которых отмечали любой тип кальцинатов (табл. 7).

Следует отметить, что при разделении на 10 групп у женщин с высокой рентгенологической плотностью молочных желёз отсутствовала классификация по типу кальцинатов, однако было разделение по числу вовлечённых квадрантов.

Кроме того, отмечена малочисленность групп G1 и G4, с чем связаны высокие ОШ и широкие ДИ для них. Именно поэтому мы решили объединить группу G4 с группой G3 в одну, а G1 перераспределить: пациенток с одним вовлечённым квадрантом отнести к группе G2, а с двумя и более — к G3.

Таким образом, мы получили восемь новых непересекающихся групп (см. табл. 1, 2). При такой классификации у женщин с высокой плотностью молочных желёз отсутствует разделение по типу кальцинатов, однако остаётся разделение по числу вовлечённых квадрантов. На рис. 12 продемонстрированы значения ОШ на графике в логарифмической шкале.

## ОБСУЖДЕНИЕ

### РЕЗЮМЕ ОСНОВНОГО РЕЗУЛЬТАТА ИССЛЕДОВАНИЯ

Представлены результаты математического анализа факторов риска развития ССЗ у пациенток в зависимости от рентгенологической плотности молочной железы, наличия кальцинатов и их распространённости. Установлено, что у женщин с низкой рентгенологической плотностью молочных желёз (ACR A или B) и сосудистыми кальцинатами, выявленными более чем в одном квадранте, вероятность выявления высокой и очень высокой категории риска ССЗ превышает 75%. В свою очередь, при сочетании сосудистых и несосудистых кальцинатов в двух и более квадрантов вероятность отнесения к данным категориям риска превышает 90%.

### ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Результаты настоящего исследования демонстрируют, что помимо общепринятых факторов риска ССЗ, большое значение для женской популяции имеют рентгенологические характеристики плотности молочной железы и степень выраженности кальциноза. Полученные данные подчёркивают необходимость комплексной оценки стандартных клинических факторов риска совместно с рентгенологическими характеристиками, позволяя повысить точность стратификации риска и своевременно выявить женщин с высокой и очень высокой категории риска ССЗ в соответствии со шкалой SCORE2, что согласуется с результатами, полученными E. Aldous и соавт. [9]. Авторы установили, что наличие кальцинатов молочных артерий и низкой рентгенологической плотности молочной железы, как по отдельности, так и в сочетании, ассоциированы с ишемической болезнью сердца и улучшают прогнозирование риска в сравнении со стандартной оценкой риска ССЗ. Это подчёркивает необходимость комплексного подхода и целесообразность создания единых алгоритмов оценки. Тем не менее в большинстве ранее проведённых исследований не рассматривали совместное влияние рентгенологической плотности молочных желёз и наличия кальцинатов, включая их тип и распространённость, на риск ССЗ [6–8].

В свою очередь, для оценки категории риска развития ССЗ важно учитывать наличие не только сосудистых кальцинатов, но и их сочетание с несосудистыми. Сосудистые кальцинаты имеют

характерные признак и на маммограммах они визуализируются как параллельные гиперденные линии, повторяющие ход стенок сосудов. Их также называют кальцинатами Менкеберга, расположенными в среднем слое (медии) сосудистой стенки (рис. 13) [13, 14]. К несосудистым кальцинатам относят микрокальцинаты — отложения кальция в ткани молочной железы размером менее 0,5 мм. В большинстве случаев они имеют доброкачественный характер и их выявляют примерно у половины обследуемых женщин. Полагают, что микрокальцификация ассоциирована с отложением соединений с высоким содержанием кальция, возникающих в результате различных физиологических и патофизиологических процессов: секреторных, воспалительных, инволютивных, а также вследствие травматизации или некроза<sup>1</sup>. Кроме того, выделяют внутрикожные микрокальцинаты, локализованные преимущественно в дерме и обусловленные обызвествлением протоков сальных желёз. Обычно они группируются и имеют кольцевидную или точечную форму (рис. 14). Для фиброзно-кистозных изменений характерны кальцинаты по типу Weddell, имеющие квадратную, треугольную или трапециевидную форму (рис. 15). Округлые кальцинаты с просветлением в центре, а также по типу «яичной скорлупы» встречаются при обызвествлении макро- и микрокист (рис. 16). Для мелких кист молочной железы типичны кальцинаты по типу «молочка кальция», формирующиеся вследствие седиментации кальция в полости кисты и имеющие форму чашечки или полумесяца в боковой проекции (рис. 17). Множественные рассеянные точечные микрокальцинаты характерны для склерозирующего аденоза — доброкачественного состояния, сопровождающегося увеличением долек железистой ткани и их сдавлением фиброзным компонентом [13] (рис. 18). Глыбчатые микрокальцинаты с множественными просветами внутри наблюдаются при обызвествлении папиллом молочной железы (рис. 19). Линейные и стержневидные кальцинаты, ориентированные вдоль протоков, формируются при инфильтрации перидуктальной стромы плазматическими клетками и пролиферации базального слоя, что является патогномичным признаком перенесённого плазмноклеточного мастита (рис. 20).

Важным параметром, ассоциированным с риском ССЗ, является количество квадрантов, в которых выявляют кальцинаты. При анализе их наличия и распределения в одной молочной железе точность связи с категорией риска ССЗ статистически значимо не снижается, однако трудоёмкость определения рентгенологических характеристик уменьшается в 2 раза.

Мы считаем, что одним из важных аспектов использования полученных данных в качестве рентгенологических маркёров риска ССЗ является возможность их интеграции в скрининговые программы с использованием технологий искусственного интеллекта. Это особенно важно в связи с субъективностью оценки рентгенологической плотности молочных желёз и выраженностью их кальциноза, которая в значительной степени зависит от опыта рентгенологов. По нашему мнению, программы, позволяющие автоматизировано оценивать рентгенологическую плотность молочной железы, наличие и выраженность кальциноза, могут существенно повысить объективность и воспроизводимость диагностики, а также стандартизировать интерпретацию данных.

Необходимо продолжить исследование, направленное на более детальное изучение связи между сосудистыми кальцинатами в молочной железе, её рентгенологической плотностью и категорией риска ССЗ.

## ОГРАНИЧЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

В данном исследовании не оценивали частоту развития сердечно-сосудистых событий.

Кроме того, к ограничениям нашего исследования относятся сравнительно небольшая выборка и неравномерное формирование обследуемых групп по численности.

В связи с тем, что при планировании и проведении исследования размер выборки для достижения требуемой статистической мощности результатов не рассчитывали, полученную выборку участниц невозможно считать в достаточной степени репрезентативной, что не позволяет экстраполировать полученные результаты и их интерпретацию на генеральную совокупность аналогичных пациентов за пределами исследования.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, результаты настоящего исследования подтверждают наличие взаимосвязи между рентгенологической плотностью молочной железы, выраженностью кальциноза её артерий и риском развития сердечно-сосудистых событий.

Применение методов машинного обучения в сочетании со статистическим анализом позволило разделить пациенток на ранжированные группы. В то же время текущее количество выделенных групп остаётся достаточно большим, что затрудняет применение этой информации в клинической практике. Однако полученные результаты могут послужить основой для дальнейшей систематизации и разработки удобного алгоритма принятия решений по маршрутизации пациенток.

По нашему мнению, использование сочетанных данных о рентгенологической плотности молочной железы и выраженности кальциноза её артерий является перспективным направлением для прогнозирования категории риска ССЗ. Данный подход обладает потенциалом для улучшения диагностики и профилактики ССЗ.

С учётом того, что маммография уже является стандартным методом скрининга рака молочной железы, добавление анализа рентгенологической плотности молочной железы и кальциноза её артерий в программу анализа результатов может обеспечить более широкий спектр информации о состоянии здоровья женщин, не требуя при этом дополнительных затрат.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Вклад авторов.** Д.Д. Цурская — концепция и дизайн исследования, сбор и анализ литературных данных, анализ маммограмм, написание и редактирование текста рукописи, подготовка графических материалов; Е.А. Мершина — концепция и дизайн исследования, сбор и анализ литературных данных, анализ маммограмм, редактирование текста рукописи; В.Е. Сеницын — концепция и дизайн исследования, анализ литературных данных, редактирование текста рукописи; О.Е. Ивлёв — анализ литературных данных, применение методов машинного обучения, статистический анализ данных, редактирование текста рукописи; Е.М. Филичкина — сбор и анализ литературных данных, вероятностно-статистический анализ, написание и редактирование текста рукописи; Е.Б. Яровая — концепция и дизайн исследования, анализ литературных данных, вероятностно-статистический анализ, редактирование текста рукописи; Г.О. Долгушин, Я.А. Орлова — формирование базы пациентов, сбор и анализ литературных данных, редактирование текста рукописи. Все авторы одобрили рукопись (версию для публикации), а также согласились нести ответственность за все аспекты настоящей работы, гарантируют надлежащее рассмотрение и решение вопросов, связанных с точностью и добросовестностью любой её части.

**Этическая экспертиза.** Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом МНОЦ МГУ (Протокол №5 от 16.10.2023).

**Источники финансирования.** Работа проведена по государственному заданию в рамках междисциплинарных научных проектов исследовательских коллективов Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, выполняющихся в интересах Междисциплинарных научно-образовательных школ Московского университета. Проект № 23-Ш05-08 «Интегральный метод оценки сердечно-сосудистого риска с привлечением данных лучевой диагностики молочных желёз на основе вероятностно-статистических моделей».

**Раскрытие интересов.** Авторы заявляют об отсутствии отношений, деятельности и интересов за последние три года, связанных с третьими лицами (коммерческими и некоммерческими), интересы которых могут быть затронуты содержанием статьи.

**Оригинальность.** При создании настоящей работы авторы не использовали ранее опубликованные сведения (текст, иллюстрации, данные).

**Доступ к данным.** Редакционная политика в отношении совместного использования данных к настоящей работе не применима.

**Генеративный искусственный интеллект.** При создании настоящей статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовали.

**Рассмотрение и рецензирование.** Настоящая работа подана в журнал в инициативном порядке и рассмотрена по обычной процедуре. В рецензировании участвовали три внешних рецензента, и член редакционной коллегии журнала.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

1. US Preventive Services Task Force; Nicholson WK, Silverstein M, Wong JB, et al. Screening for Breast Cancer: US Preventive Services Task Force Recommendation Statement. *JAMA*. 2024;331(22):1918–1930. doi: [10.1001/jama.2024.5534](https://doi.org/10.1001/jama.2024.5534)
2. *Guidelines for the Prevention of Breast Cancer* [Internet]. Moscow: Ministry of Health of the Russian Federation; 2018. [cited 2024 Dec 22]. Available from: [https://ncagp.ru/upload/files/docs/RMJ\\_moloch.pdf?ysclid=mewsn371hm639990283](https://ncagp.ru/upload/files/docs/RMJ_moloch.pdf?ysclid=mewsn371hm639990283)
3. Minssen L, Dao TH, Quang AV, et al. Breast Arterial Calcifications on Mammography: A New Marker of Cardiovascular Risk in Asymptomatic Middle Age Women? *European Radiology*. 2022;32(7):4889–4897. doi: [10.1007/s00330-022-08571-3](https://doi.org/10.1007/s00330-022-08571-3) EDN: [RQELYA](#)
4. Bochkareva EV, Kim IV, Butina EK, et al. Mammographic Screening as a Tool for Cardiovascular Risk Assessing. Part 2. Association of Breast Arterial Calcification and Cardiovascular Diseases. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology*. 2019;15(3):424–430. doi: [10.20996/1819-6446-2019-15-3-424-430](https://doi.org/10.20996/1819-6446-2019-15-3-424-430) EDN: [VDJPIL](#)
5. Bazhenova DA, Puchkova OS, Mershina EA, Sinitsyn VE. Evaluation of Breast Vascular Calcifications as a Predictor for Coronary Artery Calcification. *Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2021;102(3):196–202. doi: [10.20862/0042-4676-2021-102-3-196-202](https://doi.org/10.20862/0042-4676-2021-102-3-196-202) EDN: [WXGNDW](#)
6. Bui QM, Daniels LB. A Review of the Role of Breast Arterial Calcification for Cardiovascular Risk Stratification in Women. *Circulation*. 2019;139(8):1094–1101. doi: [10.1161/CIRCULATIONAHA.118.038092](https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.118.038092)
7. Bochkareva EV, Rozhkova NI, Butina E, K EK, et al. Mammographic Breast Density and Cardiovascular Disease in Women. A Literature Review. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2024;23(8):126–133. doi: [10.15829/1728-8800-2024-4064](https://doi.org/10.15829/1728-8800-2024-4064) EDN: [HHWMOF](#)
8. Sardu C, Gatta G, Pieretti G, et al. Pre-Menopausal Breast Fat Density Might Predict MACE During 10 Years of Follow-Up. *JACC: Cardiovascular Imaging*. 2021;14(2):426–438. doi: [10.1016/j.jcmg.2020.08.028](https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2020.08.028) EDN: [OAOFKF](#)
9. Aldous E, Goel V, Cameron W, et al. Combined Mammographic Breast Density and Breast Arterial Calcification as an Incremental Predictor of Coronary Artery Disease. *Journal of Women's Health*. 2025;34(7):889–896. doi: [10.1089/jwh.2024.0966](https://doi.org/10.1089/jwh.2024.0966) EDN: [NKOLFQ](#)
10. D'Orsi CJ, Sickles EA, Mendelson EB, Morris EA. *ACR BI-RADS Atlas: Breast Imaging Reporting and Data System*. Reston: American College of Radiology; 2013. ISBN: 9781559030168 Available from: <https://books.google.ru/books?id=nhV5jwEACAAJ&hl>
11. Boytsov SA, Pogosova NV, Ansheles AA, et al. Cardiovascular Prevention 2022. Russian National Guidelines. *Russian Journal of Cardiology*. 2023;28(5):119–249. doi: [10.15829/1560-4071-2023-5452](https://doi.org/10.15829/1560-4071-2023-5452) EDN: [EUDWYG](#)
12. McInnes L, Healy J, Melville J. UMAP: Uniform Manifold Approximation and Projection for Dimension Reduction. *arXiv*. 2018. doi: [10.48550/arXiv.1802.03426](https://doi.org/10.48550/arXiv.1802.03426)
13. Ali EA, Fouad H, Razeq NA, et al. Evaluation of Mammography Detected Breast Arterial Calcifications as a Predictor of Coronary Cardiac Risk. *Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2019;50(1):81. doi: [10.1186/s43055-019-0095-7](https://doi.org/10.1186/s43055-019-0095-7)
14. Bell BM, Gossweiler M. *Benign Breast Calcifications*. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557567/>

**ОБ АВТОРАХ/ AUTHORS' INFO**

Автор, ответственный за переписку	
<b>* Цурская Дарья Дмитриевна;</b> адрес: Россия, 119991, Москва, Ломоносовский пр-кт, д. 27, к. 10; ORCID: 0009-0008-7732-4093; eLibrary SPIN: 5298-8707; e-mail: <a href="mailto:dashnom03@gmail.com">dashnom03@gmail.com</a>	<b>* Daria D. Tsurskaya, MD;</b> address: 27 Lomonosovsky ave, unit 10, Moscow, Russia, 119991; ORCID: 0009-0008-7732-4093; eLibrary SPIN: 5298-8707; e-mail: <a href="mailto:dashnom03@gmail.com">dashnom03@gmail.com</a>
Соавторы:	
<b>Мершина Елена Александровна, канд.</b> мед. наук, доцент; ORCID: 0000-0002-1266-4926; eLibrary SPIN: 6897-9641; e-mail: <a href="mailto:elena_mershina@mail.ru">elena_mershina@mail.ru</a>	<b>Elena A. Mershina, MD, Cand. Sci.</b> (Medicine); ORCID: 0000-0002-1266-4926; eLibrary SPIN: 6897-9641 e-mail: <a href="mailto:elena_mershina@mail.ru">elena_mershina@mail.ru</a>
<b>Синицын Валентин Евгеньевич, д-р мед.</b> наук, профессор; ORCID: 0000-0002-5649-2193; eLibrary SPIN: 8449-6590; e-mail: <a href="mailto:vsini@mail.ru">vsini@mail.ru</a>	<b>Valentin E. Sinitin, MD, Dr. Sci. (Medicine),</b> Professor; ORCID: 0000-0002-5649-2193; eLibrary SPIN: 8449-6590; e-mail: <a href="mailto:vsini@mail.ru">vsini@mail.ru</a>
<b>Ивлев Олег Евгеньевич;</b> ORCID: 0000-0002-3663-6305; eLibrary SPIN: 8257-0252; e-mail: <a href="mailto:oleg.ivlev@math.msu.ru">oleg.ivlev@math.msu.ru</a>	<b>Oleg E. Ivlev;</b> ORCID: 0000-0002-3663-6305; eLibrary SPIN: 8257-0252; e-mail: <a href="mailto:oleg.ivlev@math.msu.ru">oleg.ivlev@math.msu.ru</a>
<b>Филичкина Елена Михайловна;</b> ORCID: 0000-0003-3715-6896; eLibrary SPIN: 3153-4281; e-mail: <a href="mailto:elena.filichkina1999@yandex.ru">elena.filichkina1999@yandex.ru</a>	<b>Elena M. Filichkina;</b> ORCID: 0000-0003-3715-6896; eLibrary SPIN: 3153-4281; e-mail: <a href="mailto:elena.filichkina1999@yandex.ru">elena.filichkina1999@yandex.ru</a>
<b>Яровая Елена Борисовна, д-р физ.-мат.</b> наук; ORCID: 0000-0002-6615-4315; eLibrary SPIN: 5591-8439; e-mail: <a href="mailto:yarovaya@mech.math.msu.su">yarovaya@mech.math.msu.su</a>	<b>Elena B. Yarovaya, Dr. Sci. (Physics and</b> Mathematics); ORCID: 0000-0002-6615-4315; eLibrary SPIN: 5591-8439; e-mail: <a href="mailto:yarovaya@mech.math.msu.su">yarovaya@mech.math.msu.su</a>
<b>Долгушин Григорий Олегович;</b> ORCID: 0000-0002-5981-3933; eLibrary SPIN: 3452-9799; e-mail: <a href="mailto:grdolgushin@yandex.ru">grdolgushin@yandex.ru</a>	<b>Grigory O. Dolgushin, MD;</b> ORCID: 0000-0002-5981-3933; eLibrary SPIN: 3452-9799; e-mail: <a href="mailto:grdolgushin@yandex.ru">grdolgushin@yandex.ru</a>
<b>Орлова Яна Артуровна, д-р мед. наук,</b> профессор; ORCID: 0000-0002-8160-5612; eLibrary SPIN: 3153-8373; e-mail: <a href="mailto:5163002@bk.ru">5163002@bk.ru</a>	<b>Iana A. Orlova, MD, Cand. Sci. (Medicine),</b> Professor; ORCID: 0000-0002-8160-5612; eLibrary SPIN: 3153-8373; e-mail: <a href="mailto:5163002@bk.ru">5163002@bk.ru</a>

ACC

## ТАБЛИЦЫ

Таблица 1. Критерии первоначально сформированных групп

Группа	Шифр	Описание
G9	{1,2} (3,23,*)	<ul style="list-style-type: none"> <li>низкая плотность молочной железы (ACR 1 или 2);</li> <li>сосудистые и несосудистые кальцинаты;</li> </ul>
G8	{1,2} (2,23,*)	<ul style="list-style-type: none"> <li>вовлечение двух или более квадрантов</li> <li>низкая плотность молочной железы (ACR 1 или 2);</li> <li>только сосудистые кальцинаты;</li> </ul>
G7	{1,2} (23,1,*)	<ul style="list-style-type: none"> <li>вовлечение двух или более квадрантов;</li> <li>низкая плотность молочной железы (ACR 1 или 2);</li> <li>только сосудистые или сосудистые и несосудистые кальцинаты;</li> </ul>
G6	{1,2} (1,123,*)	<ul style="list-style-type: none"> <li>вовлечение одного квадранта</li> <li>низкая плотность молочной железы (ACR 1 или 2);</li> <li>только несосудистые кальцинаты</li> </ul>
G5	{1,2} (0,0,0)	<ul style="list-style-type: none"> <li>низкая плотность молочной железы (ACR 1 или 2);</li> <li>отсутствие кальцинов</li> </ul>
G4	{3,4} (3,23,*)	<ul style="list-style-type: none"> <li>высокая плотность молочной железы (ACR 3 или 4);</li> <li>сосудистые и несосудистые кальцинаты;</li> <li>вовлечение двух или более квадрантов</li> </ul>
G3	{3,4} (2,23,*)	<ul style="list-style-type: none"> <li>высокая плотность молочной железы (ACR 3 или 4);</li> <li>только сосудистые кальцинаты;</li> <li>вовлечение двух или более квадрантов</li> </ul>
G2	{3,4} (23,1,*)	<ul style="list-style-type: none"> <li>высокая плотность молочной железы (ACR 3 или 4);</li> <li>только сосудистые или сосудистые и несосудистые кальцинаты;</li> <li>вовлечение одного квадранта</li> </ul>
G1	{3,4} (1,123,*)	<ul style="list-style-type: none"> <li>высокая плотность молочной железы (ACR 3 или 4);</li> <li>только несосудистые кальцинаты</li> </ul>
G0	{3,4} (0,0,0)	<ul style="list-style-type: none"> <li>высокая плотность молочной железы (ACR 3 или 4);</li> <li>отсутствие кальцинов</li> </ul>

Таблица 2. Критерии восьми итоговых групп

Группа	Шифр	Описание
G7	{1,2} (3,23,*)	<ul style="list-style-type: none"> <li>низкая плотность молочной железы (ACR 1 или 2);</li> <li>сосудистые и несосудистые кальцинаты;</li> <li>вовлечение двух или более квадрантов</li> </ul>
G6	{1,2} (2,23,*)	<ul style="list-style-type: none"> <li>низкая плотность молочной железы (ACR 1 или 2)</li> <li>только сосудистые кальцинаты;</li> <li>вовлечение двух или более квадрантов</li> </ul>
G5	{1,2} (23,1,*)	<ul style="list-style-type: none"> <li>низкая плотность молочной железы (ACR 1 или 2);</li> <li>только сосудистые или сосудистые и несосудистые кальцинаты;</li> <li>вовлечение одного квадранта</li> </ul>
G4	{1,2} (1,123,*)	<ul style="list-style-type: none"> <li>низкая плотность молочной железы (ACR 1 или 2);</li> <li>только несосудистые кальцинаты</li> </ul>
G3	{1,2} (0,0,0)	<ul style="list-style-type: none"> <li>низкая плотность молочной железы (ACR 1 или 2);</li> <li>отсутствие кальцинов</li> </ul>
G2	{3,4} (123,23,*)	<ul style="list-style-type: none"> <li>высокая плотность молочной железы (ACR 3 или 4);</li> <li>кальцинаты любого типа;</li> <li>вовлечение двух или более квадрантов</li> </ul>
G1	{3,4} (123,1,*)	<ul style="list-style-type: none"> <li>высокая плотность молочной железы (ACR 3 или 4);</li> <li>кальцинаты любого типа;</li> <li>вовлечение одного квадранта</li> </ul>
G0	{3,4} (0,0,0)	<ul style="list-style-type: none"> <li>высокая плотность молочной железы (ACR 3 или 4);</li> <li>отсутствие кальцинов</li> </ul>

Таблица 3. Распределение пациенток в зависимости от категории риска сердечно-сосудистых заболеваний на основе оценки SCORE2

Категория риска	n (%)
Низкий риск	36 (3,5)
Умеренный риск	347 (33,7)
Высокий риск	306 (29,7)
Очень высокий риск	341 (33,1)

Примечание. SCORE2 (Systematic Coronary Risk Estimation 2) — шкала для оценки 10-летнего риска развития сердечно-сосудистых заболеваний.

**Таблица 4.** Характеристика десяти первоначально сформированных групп для левой и правой молочной железы

Группа	Молочная железа	n (%)	Средний возраст, лет	Высокий и очень высокий риск ССЗ, n (%)	Отношение шансов (95% доверительный интервал)
G9	Левая	100 (9,7)	70,3±7,6	92 (92)	23,7 (9,9–63,8)
	Правая	95 (9,2)	70,1±7,6	86 (90,5)	19 (8,3–48,4)
G8	Левая	179 (17,4)	63,7±8,9	135 (75,4)	6,4 (3,6–11,6)
	Правая	175 (17)	63,5±9,2	132 (75,4)	6,2 (3,5–11)
G7	Левая	190 (18,4)	63,1±9,4	131 (68,9)	4,6 (2,7–8,2)
	Правая	205 (19,9)	63±9,5	142 (69,3)	4,5 (2,7–7,9)
G6	Левая	49 (4,8)	65,5±8,7	33 (67,3)	4,3 (2–9,7)
	Правая	52 (5)	66,3±8,4	38 (73,1)	5,4 (2,5–12,4)
G5	Левая	222 (21,6)	59,2±9,4	125 (56,3)	2,7 (1,6–4,7)
	Правая	213 (20,7)	59,2±9,3	117 (54,9)	2,5 (1,5–4,2)
G4	Левая	21 (2)	69,8±9,9	16 (76,2)	6,6 (2,1–25,3)
	Правая	26 (2,5)	69,4±10,7	21 (80,8)	8,4 (2,8–30,9)
G3	Левая	78 (7,6)	58,6±11,4	39 (50)	2,1 (1,1–4,1)
	Правая	68 (6,6)	58,4±11,9	31 (45,6)	1,7 (0,9–3,3)
G2	Левая	91 (8,8)	57±10,7	40 (44)	1,6 (0,9–3,1)
	Правая	83 (8,1)	56,5±10,4	40 (48,2)	1,9 (1–3,6)
G1	Левая	6 (0,6)	72,2±14,9	5 (83,3)	10,3 (1,1–502,9)
	Правая	9 (0,9)	66,8±13,5	6 (66,7)	4 (0,8–26,2)
G0	Левая	93 (9)	53,1±10,4	30 (32,3)	Референс
	Правая	103 (10)	54,1±10,6	34 (33)	Референс

Примечание. ССЗ — сердечно-сосудистые заболевания.

**Таблица 5.** Характеристики восьми итоговых сформированных групп для левой и правой молочных желёз

Группа	Молочная железа	n (%)	Средний возраст, лет	Высокая и очень высокая категория риска ССЗ, n (%)	Отношение шансов (95% доверительный интервал)
G7	Левая	100 (9,7)	70,3±7,6	92 (92)	23,7 (9,9–63,8)
	Правая	95 (9,2)	70,1±7,6	86 (90,5)	19 (8,3–48,4)
G6	Левая	179 (17,4)	63,7±8,9	135 (75,4)	6,4 (3,6–11,6)
	Правая	175 (17)	63,5±9,2	132 (75,4)	6,2 (3,5–11)
G5	Левая	190 (18,4)	63,1±9,4	131 (68,9)	4,6 (2,7–8,2)
	Правая	205 (19,9)	63±9,5	142 (69,3)	4,5 (2,7–7,9)
G4	Левая	49 (4,8)	65,5±8,7	33 (67,3)	4,3 (2–9,7)
	Правая	52 (5)	66,3±8,4	38 (73,1)	5,4 (2,5–12,4)
G3	Левая	222 (21,6)	59,2±9,4	125 (56,3)	2,7 (1,6–4,7)
	Правая	213 (20,7)	59,2±9,3	117 (54,9)	2,5 (1,5–4,2)
G2	Левая	103 (10)	61,8±12,4	59 (57,3)	2,8 (1,5–5,3)
	Правая	98 (9,5)	61,6±12,6	54 (55,1)	2,5 (1,4–4,6)
G1	Левая	93 (9)	57±10,6	41 (44,1)	1,7 (0,9–3,1)
	Правая	88 (8,5)	57,2±10,9	44 (50)	2 (1,1–3,8)
G0	Левая	93 (9)	53,1±10,4	30 (32,3)	Референс
	Правая	103 (10)	54,1±10,6	34 (33)	Референс

Примечание. ССЗ — сердечно-сосудистые заболевания.

Таблица 6. Связь числа вовлечённых квадрантов с выраженностью кальциноза

Число вовлечённых квадрантов	Левая молочная железа, <i>n</i> (%)		Правая молочная железа, <i>n</i> (%)	
	Выраженность поражения			
	1	2	1	2
1	278 (87,7)	39 (12,3)	294 (89,4)	35 (10,6)
2	99 (73,3)	36 (26,7)	83 (68)	39 (32)
3	97 (37)	165 (63)	99 (37,8)	163 (62,2)

Таблица 7. Распределение пациенток по типу кальцинатов для левой и правой молочной железы

Молочная железа	Отсутствие кальцинатов, <i>n</i> (%)	Несосудистые кальцинаты (тип 1), <i>n</i> (%)	Сосудистые кальцинаты (тип 2), <i>n</i> (%)	Сосудистые и несосудистые кальцинаты (тип 3), <i>n</i> (%)
Левая	315 (30,6)	55 (5,3)	518 (50,3)	142 (13,8)
Правая	316 (30,7)	61 (5,9)	515 (50)	138 (13,4)

Accepted for publication

РИСУНКИ

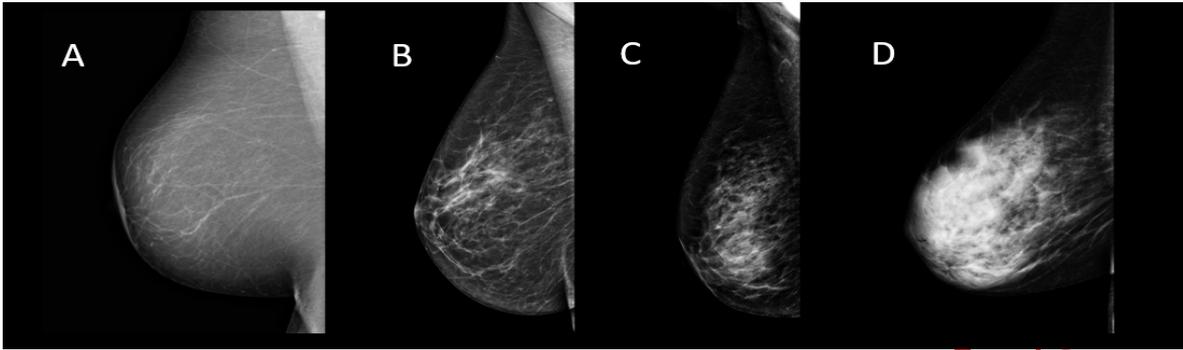


Рис. 1. Шкала плотности молочных желёз Американской коллегии радиологов: а — ACR A; б — ACR B; с — ACR C; d — ACR D. ACR (American College of Radiology) — Американская коллегия радиологов.

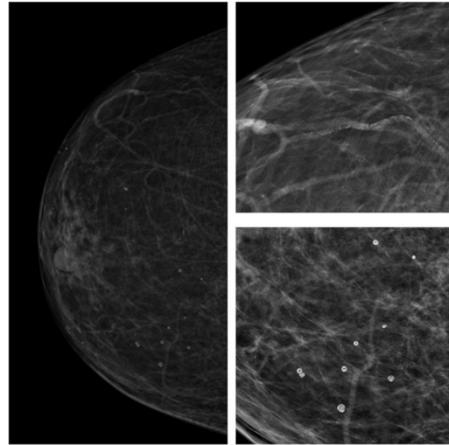


Рис. 2. Группа G9: низкая плотность молочных желёз, сосудистые и несосудистые кальцинаты с вовлечением двух и более квадрантов.

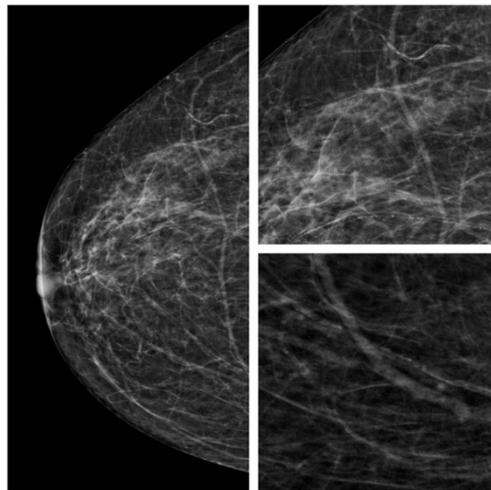


Рис. 3. Группа G8: низкая плотность молочных желёз, только сосудистые кальцинаты с вовлечением двух и более квадрантов.

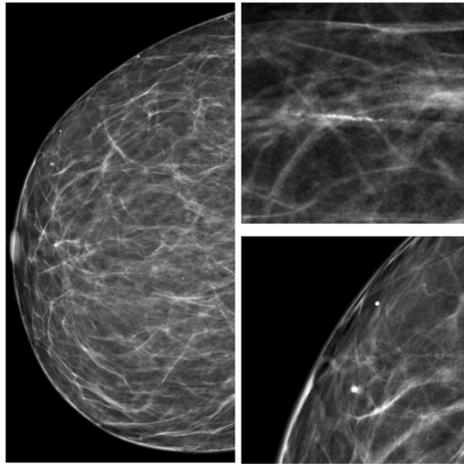


Рис. 4. Группа G7: низкая плотность молочных желёз, только сосудистые или сосудистые и несосудистые кальцинаты с вовлечением одного квадранта.

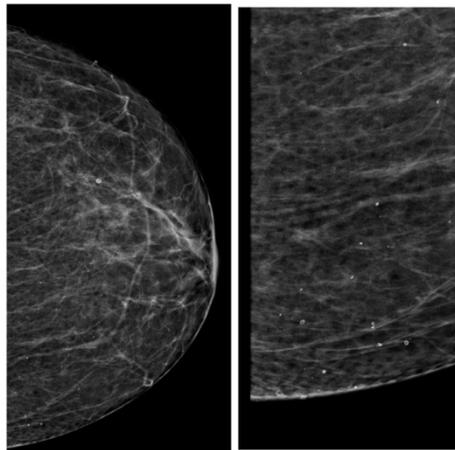


Рис. 5. Группа G6: низкая плотность молочных желёз, только несосудистые кальцинаты.

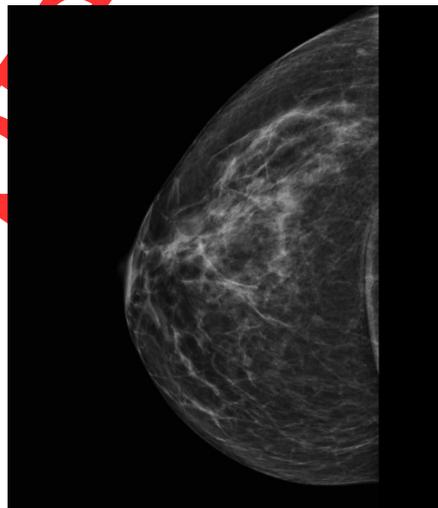


Рис. 6. Группа G5: низкая плотность молочных желёз, отсутствие кальцинатов.

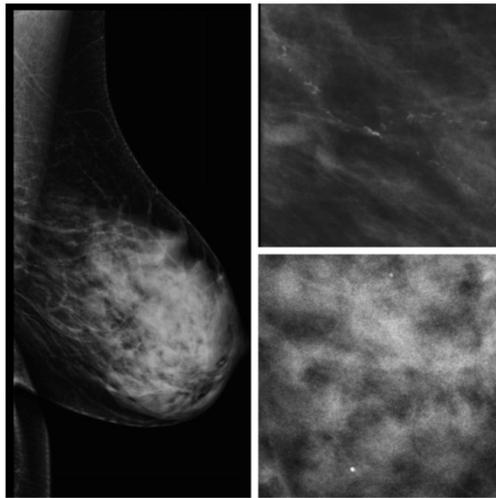


Рис. 7. Группа G4: высокая плотность молочных желёз, сосудистые и несосудистые кальцинаты с вовлечением двух и более квадрантов.

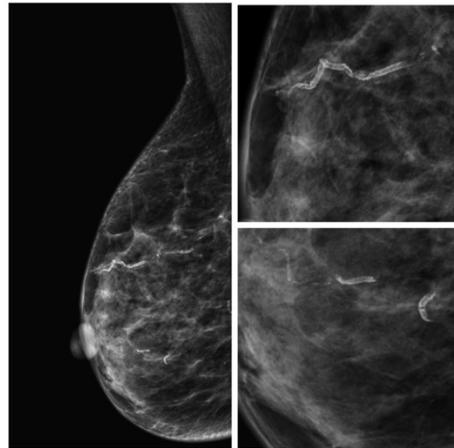


Рис. 8. Группа G3: высокая плотность молочных желёз, только сосудистые кальцинаты с вовлечением двух и более квадрантов.

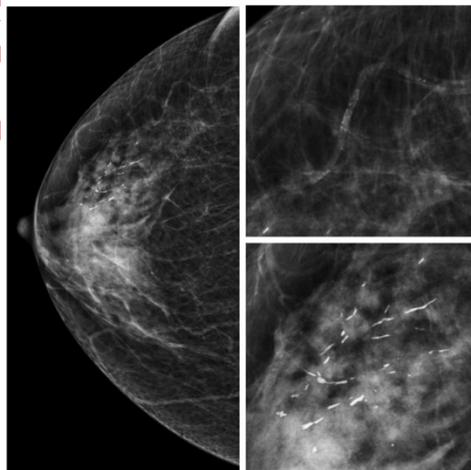


Рис. 9. Группа G2: высокая плотность молочных желёз, только сосудистые или их сочетание с несосудистыми кальцинатами с вовлечением одного квадранта.

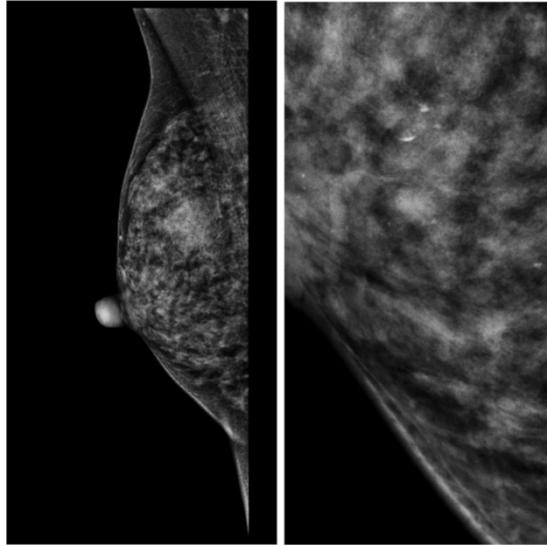


Рис. 10. Группа G1: высокая плотность молочных желёз, только несосудистые кальцинаты.

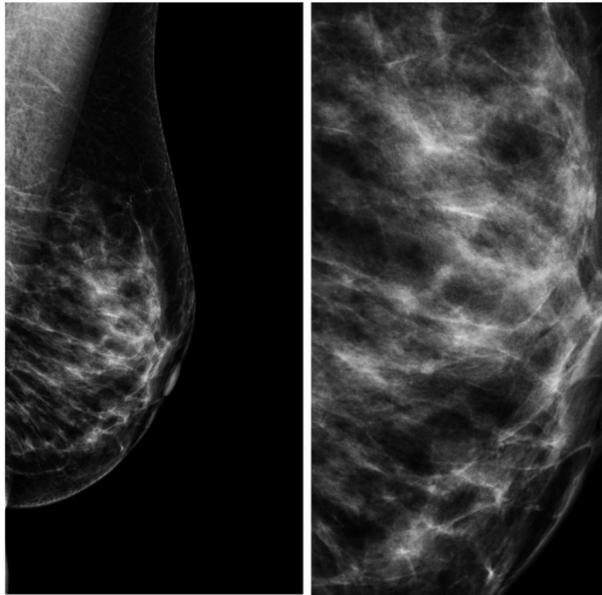
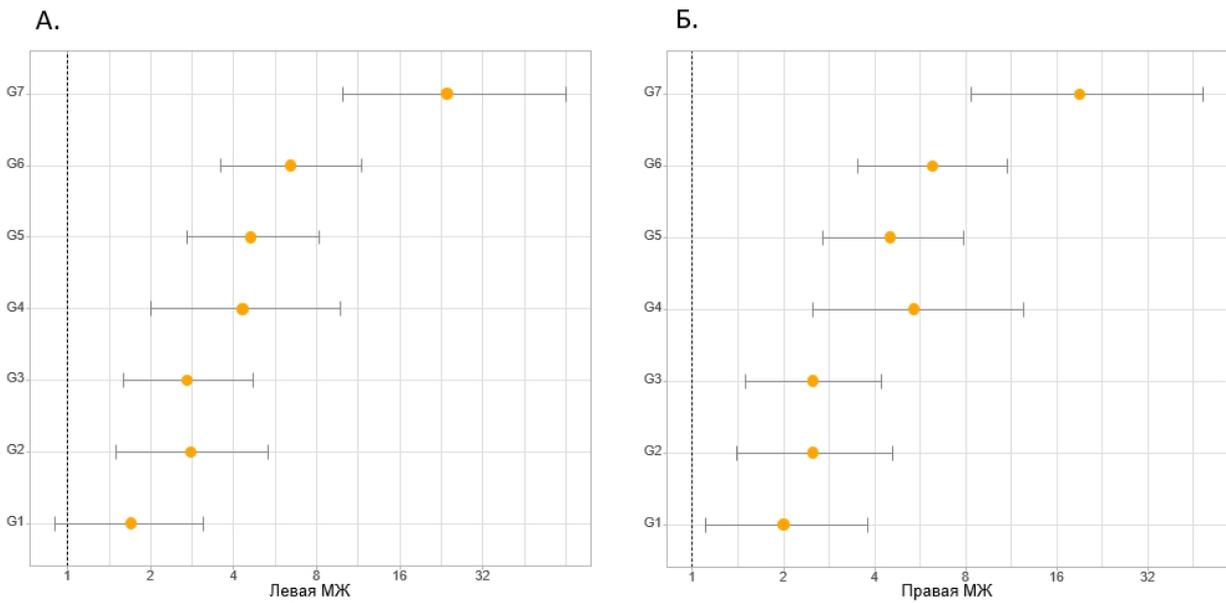


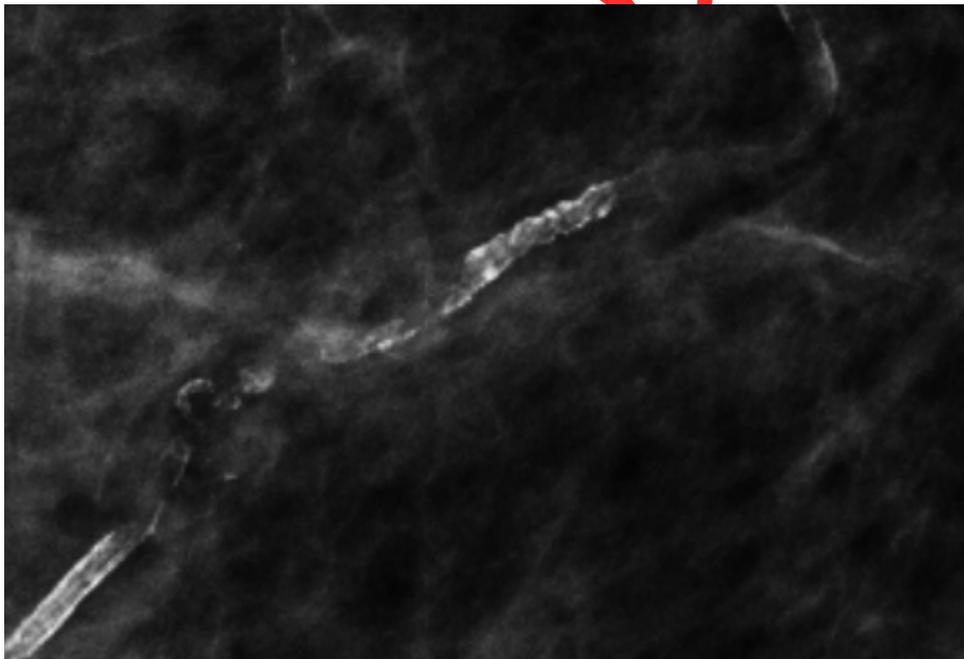
Рис. 11. Группа G0: высокая плотность молочных желёз, отсутствие кальцинатов.

ublication

Accepted



**Рис. 12.** Отношение шансов с 95% доверительным интервалом для каждой из семи полученных групп (G1–G7) по сравнению с референсом G0 в логарифмической шкале по основанию два: *a* — левая молочная железа; *b* — правая молочная железа.



**Рис. 13.** Кальциноз стенок артерий молочной железы.

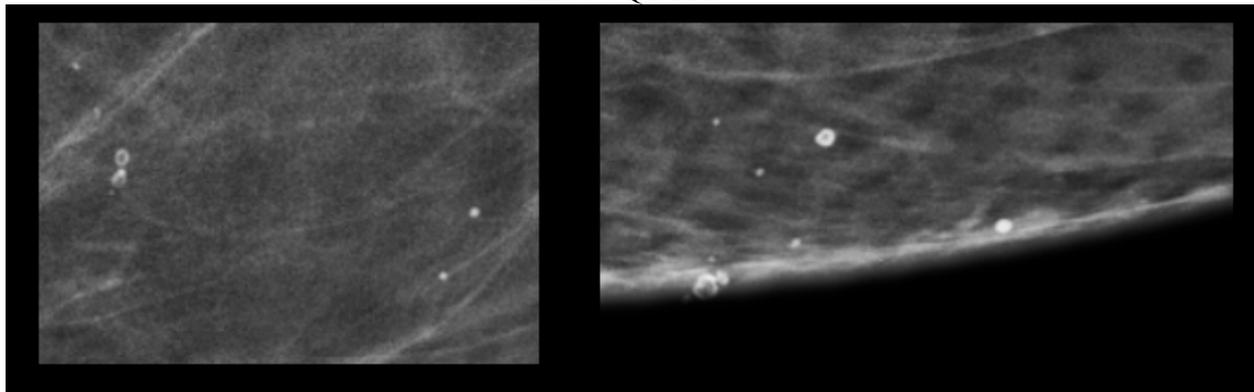


Рис. 14. Внутрикожные микрокальцинаты.

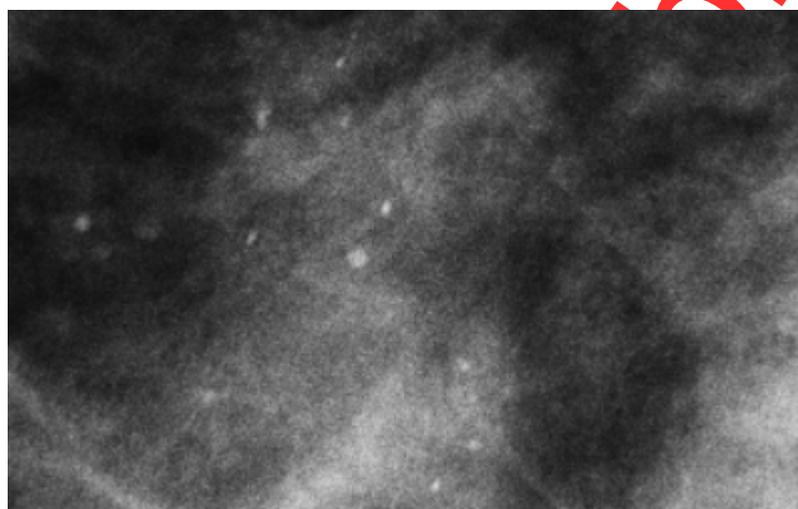


Рис. 15. Кальцинаты по типу Weddell.

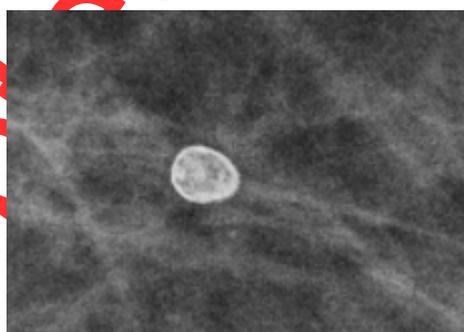


Рис. 16. Обызвествление мелкой кисты молочной железы.

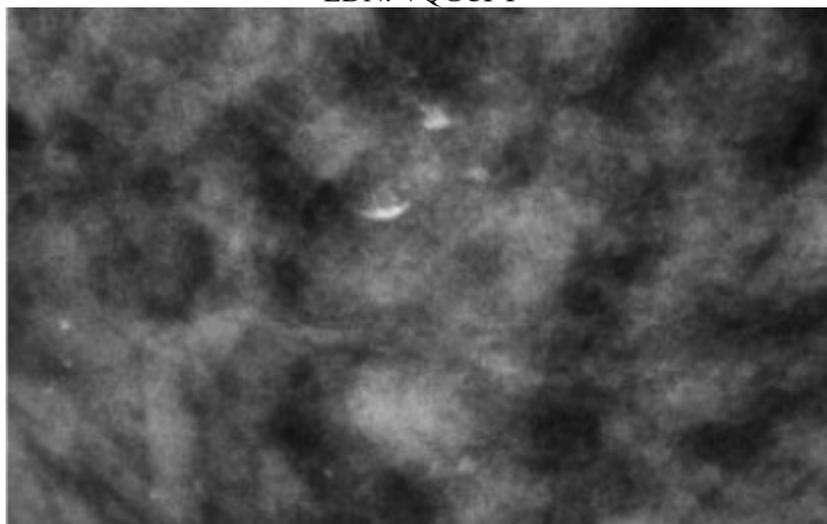


Рис. 17. Кальцинат по типу «чашечки».

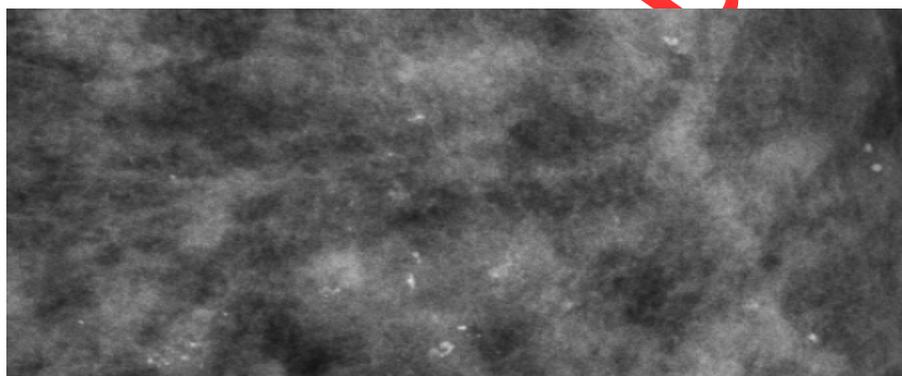


Рис. 18. Множественные точечные микрокальцинаты при склерозирующем аденозе.

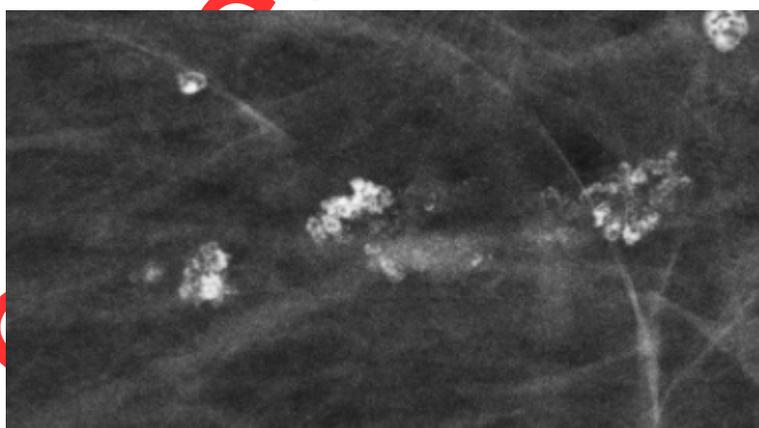
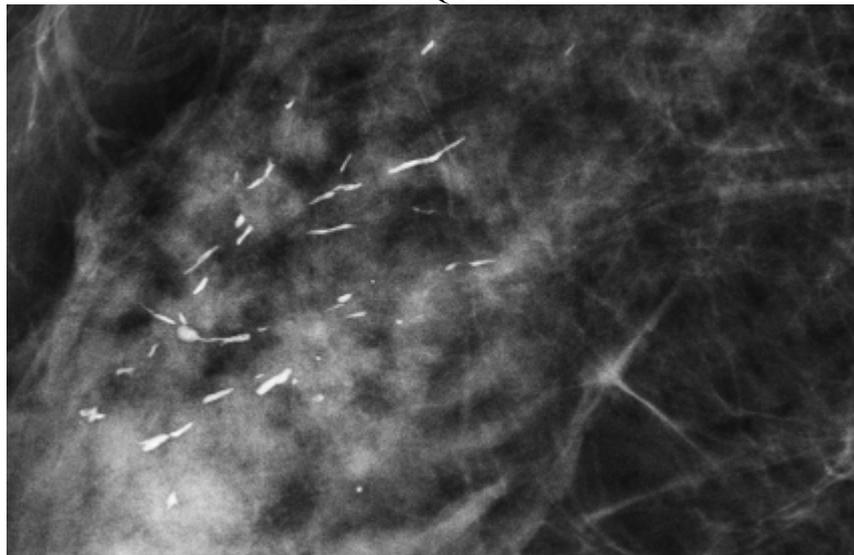


Рис. 19. Обызвествление папилломы в структуре молочной железы.



**Рис. 20.** Рентгенологическая картина перенесённого плазмноклеточного мастита: линейные кальцинаты по ходу млечных протоков.

Accepted for publication