https://doi.org/10.20862/0042-4676-2021-102-3-196-202

Оценка сосудистых кальцинатов молочной железы как предиктора кальциноза коронарных артерий

Баженова Д.А., Пучкова О.С., Мершина Е.А., Синицын В.Е.

Медицинский научно-образовательный центр ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова»,
Ломоносовский пр-т, 27, корп. 10, Москва, 119192, Российская Федерация

Баженова Дарья Анатольевна, аспирант кафедры лучевой диагностики и терапии факультета фундаментальной медицины, врач-рентгенолог отделения рентгенодиагностики с кабинетами компьютерной и магнитно-резонансной томографии Медицинского научно-образовательного центра ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова»; http://orcid.org/0000-0002-7757-6273;

Пучкова Ольга Сергеевна, врач-рентгенолог отделения рентгенодиагностики с кабинетами компьютерной и магнитно-резонансной томографии Медицинского научно-образовательного центра ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова»;
http://orcid.org/0000-0002-1182-1002

Мершина Елена Александровна, доцент кафедры лучевой диагностики и терапии факультета фундаментальной медицины, заведующая отделением рентгенодиагностики с кабинетами компьютерной и магнитно-резонансной томографии Медицинского научно-образовательного центра ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова»; http://orcid.org/0000-0002-1266-4926

Синицын Валентин Евгеньевич, д. м. н., профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики и терапии факультета фундаментальной медицины, заведующий отделом лучевой диагностики Медицинского научно-образовательного центра ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова»;
http://orcid.org/0000-0002-5649-2193

Резюме

Актуальность. Сердечно-сосудистые заболевания являются одной из основных причиной смерти среди женщин, и современные парадигмы профилактики могут быть недостаточными в этой группе. В данном контексте было выдвинуто предположение, что выявление сосудистых кальцинатов в молочной железе может улучшить скрининг и оценку риска сердечно-сосудистых заболеваний у практически здоровых женщин.

Цель: изучение роли кальцинатов в сосудах молочной железы как потенциального предиктора кальциноза коронарных артерий.

Материал и методы. Были обследованы 123 пациентки, которым выполняли цифровую маммографию и компьютерную томографию сердца для оценки кальциевого индекса в коронарных артериях.

Результаты. Применение W-критерия Уилкоксона–Манна–Уитни при ненормальном распределении показало взаимосвязь между наличием сосудистых кальцинатов в молочной железе и кальциевым индексом ($p < 0,001$), кальцинозом стенки аорты и кальциевым индексом ($p < 0,001$).

Заключение. Сосудистые кальцинаты в молочной железе, определяемые при маммографии, являются показателем более высокой частоты развития кальциноза коронарных артерий и, по-видимому, предиктором повышенного риска сердечно-сосудистых заболеваний**.**

Ключевые слова: маммография; скрининг рака молочной железы; сосудистые кальцинаты молочной железы; компьютерная томография, атеросклероз коронарных артерий; сердечно-сосудистые заболевания.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Баженова Д.А., Пучкова О.С., Мершина Е.А., Синицын В.Е. Оценка сосудистых кальцинатов молочной железы как предиктора кальциноза коронарных артерий. *Вестник рентгенологии и радиологии.* 2021; 102(3): 196–202. https://doi.org/10.20862/0042-4676-2021-102-3-196-202

Для корреспонденции: Баженова Дарья Анатольевна, E-mail: bazhenova.darya@gmail.com

Статья поступила 19.09.2020 *После доработки 25.04.2021* *Принята к печати 26.04.2021*

Evaluation of Breast Vascular Calcifications as a Predictor for Coronary Artery Calcification

Darya A. Bazhenova, Olga S. Puchkova, Elena A. Mershina, Valentin E. Sinitsyn

Medical Research and Educational Center, Lomonosov Moscow State University,
Lomonosovskiy prospect, 27, corp. 10, Moscow, 119192, Russia

Darya A. Bazhenova, Postgrsduate, Chair of Radiation Diagnostics and Therapy, Faculty of Fundamental Medicine; Radiologist, X-Ray Diagnostics Department with Computer and Magnetic Resonance Imaging Rooms, Medical Research and Educational Center, Lomonosov Moscow State University;
http://orcid.org/0000-0002-7757-6273

Olga S. Puchkova, Radiologist, X-Ray Diagnostics Department with Computer and Magnetic Resonance Imaging Rooms, Medical Research and Educational Center, Lomonosov Moscow State University;
http://orcid.org/0000-0002-1182-1002

Elena A. Mershina, Associate Professor, Chair of Radiation Diagnostics and Therapy, Faculty of Fundamental Medicine; Head of X-Ray Diagnostics Department with Computer and Magnetic Resonance Imaging Rooms, Medical Research and Educational Center, Lomonosov Moscow State University;
http://orcid.org/0000-0002-1266-4926

Valentin E. Sinitsyn, Dr. Med. Sc., Professor, Chief of Chair of Radiation Diagnostics and Therapy, Faculty of Fundamental Medicine; Head of Department of Radiation Diagnostics, Medical Research and Educational Center, Lomonosov Moscow State University;
http://orcid.org/0000-0002-5649-2193

Abstract

Background. Cardiovascular diseases are one of the main causes of death among women, and current prevention paradigms may not be sufficient in this group. In this context, it has been suggested that the detection of breast vascular calcifications can improve the screening and assessment of the risk of cardiovascular diseases in apparently healthy women.

Objective: to study the role of breast vascular calcifications as a potential predictor for coronary artery calcification.

Material and methods. Examinations were made in 123 patients who underwent digital mammography and cardiac computed tomography to estimate a coronary artery calcium score.

Results. The use of the Wilcoxon-Mann-Whitney W-test for abnormal distribution showed a relationship between the presence of breast vascular calcifications and calcium score ($p<0.001$), and that between aortic wall calcification and calcium score ($p<0.001$).

Conclusion. Breast vascular calcifications detected by mammography are an indicator of a higher frequency of coronary artery calcification and, apparently, a predictor for the increased risk of cardiovascular disease.

Keywords: mammography; breast cancer screening; breast vascular calcifications; coronary artery calcification; computed tomography; coronary artery atherosclerosis; cardiovascular disease.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

For citation: 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 (in Russian). https://doi.org/10.20862/0042-4676-2021-102-3-196-202

For corresponding: Darya A. Bazhenova, E-mail: bazhenova.darya@gmail.com

Received September 19, 2021 *Revised April 25, 2021* *Accepted April 26, 2021*

Введение

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) и рак молочной железы являются социально значимыми заболеваниями и входят в число основных причин смертности среди женщин. В настоящее время согласно международным рекомендациям маммологических сообществ должен проводиться ежегодный маммографический скрининг рака молочной железы. Остается дискутабельным вопрос о возрасте начала и частоте проведения скрининговой маммографии. Так, согласно рекомендациям Всемирной организации здравоохранения маммографию следует выполнять всем женщинам в возрасте 50 лет и старше 1 раз в 2 года. В то же время в общей популяции не проводится скрининг ишемической болезни сердца. По данным литературы, анализ маммографии можно применять для оценки наличия и тяжести субклинического атеросклероза коронарных артерий и ССЗ [1, 2]. Однако в настоящее время наличие или отсутствие

сосудистых кальцинатов в молочной железе часто игнорируется рентгенологами и не указывается в протоколе описания.

Хорошо известна взаимосвязь кальциноза коронарных артерий с другими факторами риска ССЗ. Однако о корреляции кальцинированных артерий других органов с риском сердечно-сосудистых событий известно меньше [3]. Также в литературе показана связь наличия сосудистых кальцинатов в молочной железе с кальцинозом коронарных артерий [4, 5], стенок аорты [6] и с артериальной гипертензией, сахарным диабетом, хронической болезнью почек [7]. D. Ružičić et al. продемонстрировали, что выраженность сосудистых кальцинатов в молочной железе коррелирует с тяжестью ишемической болезни сердца и может использоваться в качестве дополнительного диагностического критерия [5]. B.S. Kelly et al. при обследовании женщин, у которых были жалобы на боли в груди, выявили, что наличие кальцинатов в сосудах молочной железы может быть предиктором сердечно-сосудистых событий [8].

Несмотря на работы, подтверждающие корреляцию кальцинатов в сосудах молочной железы с факторами риска ССЗ [9, 10], в исследовании K.Y. Şafak et al. показано, что наличие кальцинатов в сосудах молочной железы связано с возрастом, паритетом и грудным вскармливанием, но не связано с риском сердечно-сосудистых заболеваний [11].

По данным R.A. Takx et al., не выявлена связь кальция в коронарных артериях с лучевой терапией по поводу рака молочной железы. Таким образом, не подтверждается радиационная этиология атеросклероза коронарных артерий [12]. Однако в работе C.T. Roos et al. показано, что высокие значения кальция в коронарных артериях ассоциированы с острыми коронарными событиями у пациенток, проходивших лучевую терапию по поводу рака молочной железы [13].

Материал и методы

В Медицинском научно-образовательном центре МГУ им. М.В. Ломоносова в период с 01.08.2019 г. по 05.03.2020 г. были обследованы 123 женщины в возрасте от 38 до 83 лет, средний возраст составил 61 год. Все пациентки были европеоидной расы. Направительные диагнозы: рутинная скрининговая маммография, фиброзно-кистозная мастопатия, кисты и фиброаденомы молочных желез. Шесть пациенток имели в анамнезе злокачественные новообразования. У 11 больных в анамнезе были операции на молочной железе, из них у 1 – мастэктомия по поводу рака молочной железы.

Всем пациенткам проводили маммографию и компьютерную томографию (КТ) сердца. Исходно была выполнена плановая маммография по направлению врачей-гинекологов или маммологов в рамках ежегодной диспансеризации. Затем проводили КТ-исследование сердца с измерением кальциевого индекса в коронарных артериях без внутривенного введения контрастного препарата. У всех пациенток было взято согласие на проведение исследования.

Маммографию выполняли на аппарате Senographe Essential фирмы General Electric Healthcare (Бюк, Франция). Для каждой молочной железы исследование проводили в двух стандартных проекциях: прямой (краниокаудальной) и косой (латеромедиальной). Полученные изображения автоматически передавались на радиологическую информационную станцию с программным обеспечением фирмы GE Senolris 1SP2.1.

Наличие кальцинатов в сосудах молочной железы оценивали с помощью маммографии по качественной шкале (от 0 до III ст.). Оценке подвергались только сосудистые кальцинаты, определяемые согласно классификации BI-RADS [14] как имеющие вид параллельных линий или линейных тубулярных структур, непосредственно связанных с кровеносными сосудами:

– 0 ст. – сосудистых кальцинатов нет (рис. 1, *a*).

– I ст. – малое количество сосудистых кальцинатов: в проекции одного сосуда в одной молочной железе, протяженностью менее 1 см (рис. 1, *b*).

– II ст. – среднее количество сосудистых кальцинатов: в проекции одного или нескольких сосудов в одной молочной железе, суммарной протяженностью от 1 до 10 см (рис. 1, *c*).

– III ст. – большое количество сосудистых кальцинатов: в проекции более одного сосуда в одной молочной железе, суммарной протяженностью более 10 см (рис. 1, *d*).

Однако ввиду отсутствия монотонности (табл. 1) убрали разделение на I–III ст. из-за малого количества пациенток. Таким образом, кальций в сосудах молочной железы оценивали по бинарной шкале как «присутствует» (46) или «отсутствует» (77).

КТ сердца проводили на аппарате Somatom Drive (Siemens, Германия). КТ сердца с электрокардиографической синхронизацией выполняли в проспективном режиме в фазу 75% между зубцами R–R, область сканирования включала расстояние от бифуркации трахеи до верхушки сердца. Дозовую нагрузку определяли по показателям DLP, для расчета эффективной дозы облучения использовали коэффициент 0,017.

Кальциевый индекс (КИ) в коронарных артериях рассчитывали с помощью приложения Ca score на рабочей станции Syngo.via VB20 (Siemens, Германия) (рис. 2).

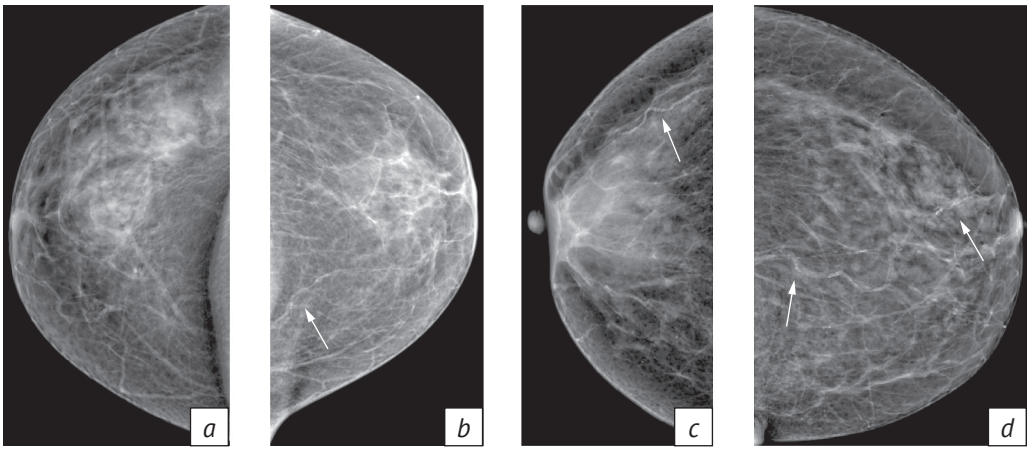

Рис. 1. Степени сосудистых кальцинатов согласно классификации BI-RADS (маммограммы молочных желез в прямой (краниокаудальной) проекции):
a – женщина, 56 лет: в правой молочной железе сосудистые кальцинаты не определяются; *b* – женщина, 83 года: во внутреннем квадранте левой молочной железы визуализируются сосудистые кальцинаты в проекции одного сосуда (стрелка) протяженностью около 0,8 см; *c* – женщина, 65 лет: в наружном квадранте правой молочной железы визуализируются сосудистые кальцинаты в проекции одного сосуда (стрелка) протяженностью около 6 см; *d* – женщина, 80 лет: визуализируются протяженные сосудистые кальцинаты в проекции нескольких сосудов (стрелки)

Fig. 1. Degrees of vascular calcifications according to the BI-RADS classification (frontal (craniocaudal) mammograms):
a – a 56-yar-old woman: right breast vascular calcifications are not detected; *b* – an 83-year-old woman: vascular calcifications in the inner quadrant of the left breast are visualized in the projection of one vessel (arrow) over a length of about 0.8 cm; *c* – a 65-year-old woman: vascular calcifications in the outer quadrant of the right breast are visualized in the projection of one vessel (arrow) over a length of about 6 cm; *d* – an 80-year-old woman: extended vascular calcifications are visualized in the projection of several vessels (arrows)

Статистическую обработку полученных данных осуществляли с помощью пакета программ RStudio, версия 1.2.5042 (RStudio, Inc.). Для выявления возможных линейных корреляций для анализируемых переменных применяли ранговый корреляционный анализ Спирмена. Для сравнения критериев (сосудистые кальцинаты молочных желез и кальциноз коронарных артерий, кальциноз стенки аорты) попарно использовали W-критерий Уилкоксона–Манна–Уитни. Выявленные результаты считали статистически значимыми при значениях $p < 0,05$ и статистически высокозначимыми при $p < 0,001$. Для оценки эффективности диагностических исследований вычисляли чувствительность, специфичность, прогностичность положительного и отрицательного результатов.

Таблица 1

Распределение пациенток по наличию и выраженности сосудистых кальцинатов

Table 1

Distribution of patients according to the presence and degree of vascular calcifications

Степень / Degree	Число пациенток, *n* / Patients, *n*
0	77
I	30
II	12
III	4

Результаты

Пациентки были разделены на группы с различным содержанием кальцинатов в сосудах молочной железы и коронарных артерий. Графики на рисунке 3 демонстрируют распределение кальция в коронарных артериях в группах с отсутствием кальция в сосудах молочной железы (*a*, *c*) и его присутствием (*b, d*). При этом на рисунках 3, *c* и 3, *d* отражаются ненулевые значения КИ в коронарных артериях.

Для оценки эффективности определения наличия кальция в сосудах молочной железы при выполнении маммографии как предиктора развития кальциноза коронарных артерий (табл. 2) вычисляли чувствительность, специфичность, прогностичность положительного и отрицательного результатов.

Используя данные таблицы 2, получаем следующие значения:

– чувствительность: a / (a + c) = 28 / (28 + 16) = = 0,636 (63,6%);

– специфичность: d / (b + d) = 61 / (18 + 61) = = 0,772 (77,2%);

– прогностичность положительного результата: a / (a + b) = 28 / (28 + 18) = 0,6087 (60,87%);

– прогностичность отрицательного результата: d / (c + d) = 61 / (16 + 61) = 0,7922 (79,22%).

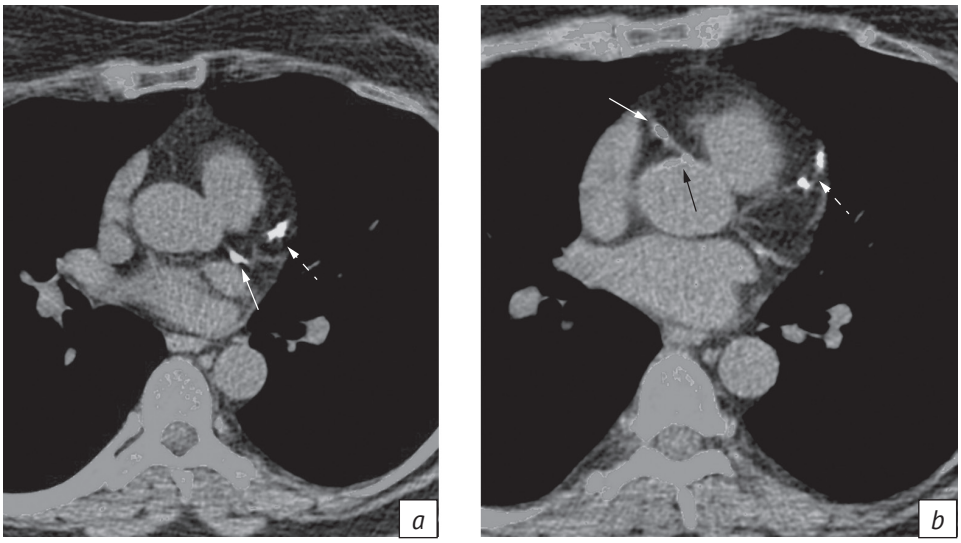

Рис. 2. Женщина, 65 лет. КТ сердца, определение коронарного индекса с помощью приложения Ca score на рабочей станции Syngo.via VB20:
a – кальцинаты в огибающей артерии указаны сплошной стрелкой, в передней межжелудочковой артерии – пунктирной; *b* – кальцинаты в передней межжелудочковой артерии указаны пунктирной белой стрелкой, в правой коронарной артерии – сплошной белой, фиброзного кольца аортального клапана – черной

Fig. 2. A 65-year-old woman. Cardiac CT; coronary score estimation using the Ca score application on a Syngo. via VB20 workstation:
a – calcifications in the circumflex artery are indicated by a solid arrow; those in the anterior interventricular artery are shown by a dotted arrow; *b* – calcifications in the anterior interventricular artery are indicated by a dotted white arrow; those in the right coronary artery are shown by a solid white arrow; the fibrous ring of the aortic valve is indicated by a black arrow

Таблица 2

Группы пациенток с различным количеством кальция в сосудах молочной железы и коронарных артериях

Table 2

Groups of patients with different calcium levels in the breast vessels and coronary arteries

Группа / Group	Кальций в сосудах молочной железы / Breast vascular calcium	Кальций в коронарных артериях / Coronary artery calcium	Число пациенток, *n* / Patients, *n*
a	+	+	28
b	+	–	18
c	–	+	16
d	–	–	61

Примечание. a – пациентки, имеющие кальцинаты в сосудах молочной железы и кальциноз коронарных артерий («истинно положительные»); b – пациентки, не имеющие кальциноза коронарных артерий, но имеющие кальцинаты в сосудах молочной железы («ложноположительные»); c – пациентки, имеющие кальциноз коронарных артерий, но не имеющие кальцинатов в сосудах молочной железы («ложноотрицательные»); d – пациентки, не имеющие кальцинатов в сосудах молочной железы и кальциноза коронарных артерий («истинно отрицательные»).

Note. a – patients who have calcifications in the breast vessels and coronary arteries (true positive); b – patients who have no coronary artery calcifications, but have breast vascular calcifications (false positive); c – patients who have coronary artery calcifications, but have no breast vascular calcifications (false negative); d – patients who have no breast vascular and coronary artery calcifications (true negative).

Применение W-критерия Уилкоксона–Манна–Уитни при ненормальном распределении показало взаимосвязь между наличием сосудистых кальцинатов в молочной железе и КИ ($W = 965$; $p = 9{,}1 \times 10^{-7}$), кальцинозом стенки аорты и КИ ($W = 929{,}5$; $p = 7{,}65 \times 10^{-8}$).

Таким образом, наличие кальция в сосудах молочной железы коррелирует с более частым

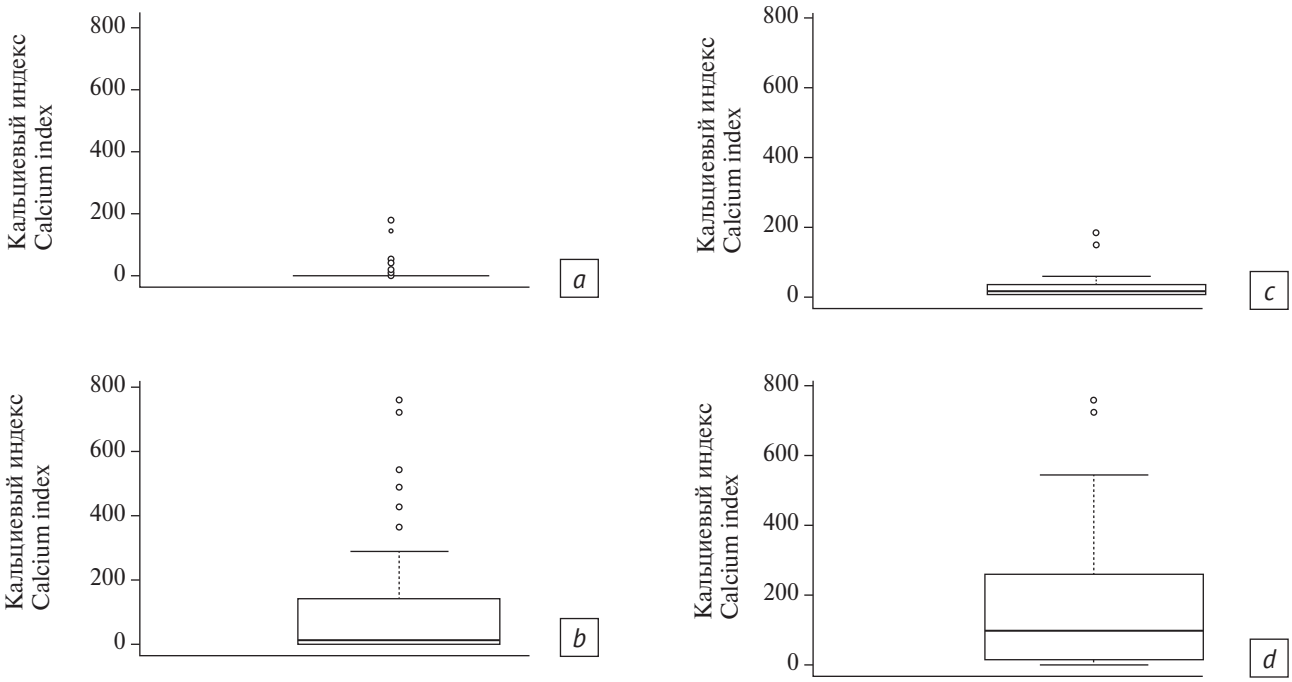

Рис. 3. Распределение кальциевого индекса (КИ) в зависимости от наличия или отсутствия кальцинатов в сосудах молочной железы:
a – кальций в сосудах молочной железы отсутствует (медиана КИ 0); *b* – кальций в сосудах молочной железы имеется (медиана КИ 0); *c* – кальций в сосудах молочной железы отсутствует, значения КИ только ненулевые (медиана КИ близка к 0); *d* – кальций в сосудах молочной железы имеется, значения КИ только ненулевые (медиана КИ 8,25)

Fig. 3. Distribution of the coronary artery calcium score (CS) according to the presence or absence of breast vascular calcifications: *a* – breast vascular calcium is absent (the median CS is 0); *b* – breast vascular calcium is present (the median CS is 0); *c* – breast vascular calcium is absent, the CSs are only non-zero (the median CS is close to 0); *d* – breast vascular calcium is present; the CS are only non-zero (the median CS is 8.25)

выявлением кальция в коронарных артериях и более высоким уровнем КИ.

Обсуждение

Сосудистая кальцификация может происходить в двух различных анатомических участках стенки сосуда, таких как интима и медиа. Кальцификация интимы тесно связана с атеросклерозом коронарных сосудов. Данный процесс включает процессы воспаления, отложения липидов и приводит к сужению просвета средних и крупных артерий. Напротив, кальцификация медии возникает при отсутствии воспаления и приводит к сужению артерий малого калибра [15–17]. Считается, что сосудистые кальцинаты в молочной железе представляют собой кальциноз медии и патофизиологически отличаются от кальцификаций атеросклеротического типа. В то время как кальциноз коронарных артерий указывает на подверженность факторам риска, которые являются ключевыми для формирования коронарного атеросклероза [18] (например, холестерин липопротеинов низкой плотности), сосудистые кальцинаты в молочной железе могут быть лучшим предиктором риска ССЗ, связанных с ригидностью стенок артерий [7]. В свою очередь, ригидность стенок коронарных артерий может привести к смерти от ССЗ не только вследствие коронарного атеросклероза, но также посредством других механизмов, таких как сердечная недостаточность или инсульт.

К ограничениям нашего исследования относятся отсутствие продолжительного наблюдения, невозможность оценить динамику развития ССЗ и их осложнений. Также в исследовании осуществляется качественная оценка наличия кальция в сосудах молочной железы на маммограммах («отсутствует» или «присутствует»). В данном случае выходом может быть разработка/применение автоматизированной системы анализа кальцинатов на маммограммах.

Проспективные исследования взаимосвязи сосудистых кальцинатов в молочной железе и ССЗ должны быть продолжены для дальнейшего изучения значимости кальциноза артерий молочной железы как предиктора сердечно-сосудистых событий. Проведение КТ-коронарографии с внутривенным контрастированием позволит оценить связь сосудистых кальцинатов в молочной железе со степенью стенозов коронарных артерий без кальциноза стенок.

На данный момент полученные результаты свидетельствуют о том, что сосудистые кальцинаты в молочной железе, обнаруженные при скрининговой маммографии, указывают на повышенный риск выявления кальциноза коронарных артерий и потенциально могут служить предиктором ССЗ. Однако необходимы исследования по корреляции кальциноза артерий молочной железы с появлением симптомов ишемической болезни сердца в течение не менее 5 лет.

Заключение

Таким образом, на основании нашего исследования можно сделать вывод, что сосудистые кальцинаты в молочной железе, определяемые при маммографии, являются показателем более высокой частоты кальциноза коронарных артерий и, по-видимому, предиктором повышенного риска ССЗ. Учитывая, что маммография уже включена в программы скрининга рака молочной железы, обнаружение сосудистых кальцинатов в молочной железе могло бы стать потенциальным инструментом скрининга субклинических ССЗ у женщин с бессимптомным течением без дополнительных затрат. Необходимы дальнейшие исследования для выяснения роли сосудистых кальцинатов в молочной железе в прогнозировании сердечно-сосудистых заболеваний у женщин.

Литература [References]

1. Shah N, Chainani V, Delafontaine P, et al. Mammographically detectable breast arterial calcification and atherosclerosis. Cardiol Rev. 2014; 22(2): 69–78. https://doi.org/10.1097/CRD.0b013e318295e029.
2. Hendriks EJ, Beulens JW, Mali WP, et al. Breast arterial calcifications and their association with incident cardiovascular disease and diabetes: the Prospect-EPIC cohort. J Am Coll Cardiol. 2015; 65(8): 859–60. https://doi.org/10.1016/j.jacc.2014.12.015.
3. Zuin M, Rigatelli G, Scaranello F, et al. Breast arterial calcifications on mammography and coronary artery disease: a new screening tool for cardiovascular disease? Int J Cardiol. 2016; 220: 310–1. https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2016.06.266.
4. Mendonça RM, Araruna AL, Alves FV, et al. Role of breast vascular calcification in predicting cardiovascular risk. Int J Gynecol Obstet. 2019; 144(2): 232–3. https://doi.org/10.1002/ijgo.12716.
5. Ružičić D, Dobrić M, Vuković M, et al. The correlation of SYNTAX score by coronary angiography with breast arterial calcification by digital mammography. Clin Radiol. 2018; 73(5): 454–9. https://doi.org/10.1016/j.crad.2017.12.002.
6. Soylu Aİ, Soylu K, Aydın R, et al. Calcification of breast artery as detected by mammography: association with coronary and aortic calcification. Turk J Medical Sci. 2019; 49(1): 190–7. https://doi.org/10.3906/sag-1807-275.
7. Iribarren C, Molloi S. Breast arterial calcification: a new marker of cardiovascular risk? Cur Cardiovasc Risk Rep. 2013; 7(2): 126–35. https://doi.org/10.1007/s12170-013-0290-4.
8. Kelly BS, Scanlon E, Heneghan H, et al. Breast arterial calcification on screening mammography can predict significant coronary artery disease in women. Clin Imaging. 2018; 49: 48–53. https://doi.org/10.1016/j.clinimag.2017.10.021.
9. Margolies L, Salvatore M, Hecht HS, et al. Digital mammography and screening for coronary artery disease. JACC Cardiovasc Imaging. 2016; 9(4): 350–60. https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2015.10.022.
10. Newallo D, Meinel FG, Schoepf UJ, et al. Mammographic detection of breast arterial calcification as an independent predictor of coronary atherosclerotic disease in a single ethnic cohort of African American women. Atherosclerosis. 2015; 242(1): 218–21. https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2015.07.004.
11. Şafak KY, Eratalay A, İliş ED, et al. The relationship of breast arterial calcification detected in mammographic examinations with cardiovascular diseases, cardiovascular risk factors, parity, and breastfeeding. Turk J Medical Sci. 2016; 46(3): 641–5. https://doi.org/10.3906/sag-1502-126.
12. Takx RA, Vliegenthart R, Schoepf UJ, et al. Coronary artery calcium in breast cancer survivors after radiation therapy. Int J Cardiovasc Imaging. 2017; 33(9): 1425–31. https://doi.org/10.1007/s10554-017-1119-x.
13. Roos CT, van den Bogaard VA, Greuter MJ, et al. Is the coronary artery calcium score associated with acute coronary events in breast cancer patients treated with radiotherapy? Radiother Oncol. 2018; 126(1): 170–6. https://doi.org/10.1016/j.radonc.2017.10.009.
14. D'Orsi CJ. ACR BI-RADS Atlas: breast imaging reporting and data system; mammography, ultrasound, magnetic resonance imaging, followup and outcome monitoring, data dictionary. Washington, DC: American College of Radiology; 2013.
15. Kim H, Greenberg JS, Javitt MC. Breast calcifications due to Mönckeberg medial calcific sclerosis. Radiographics. 1999; 19(5): 1401–3. https://doi.org/10.1148/radiographics.19.5.g99se221401.
16. Proudfoot D, Shanahan CM. Biology of calcification in vascular cells: intima versus media. Herz. 2001; 26(4): 245–51. https://doi.org/10.1007/pl00002027.
17. Wallin R, Wajih N, Greenwood GT, Sane DC. Arterial calcification: a review of mechanisms, animal models, and the prospects for therapy. Med Res Rev. 2001; 21(4): 274–301. https://doi.org/10.1002/med.1010.
18. Baigent C, Blackwell L, Emberson J, et al. Efficacy and safety of more intensive lowering of LDL cholesterol: a meta-analysis of data from 170,000 participants in 26 randomised trials. Lancet. 2010; 376(9753): 1670–81. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(10)61350-5.