

# Оценка тяжести кальциноза артерий молочной железы на маммограмме как маркера сердечно-сосудистого риска: внутри- и межоператорская воспроизводимость показателей

Бочкарева Е.В.\*, Бутина Е.К., Байрамкулова Н.Х., Абдалова О.В.,  
Куценко В.А., Драпкина О.М.

Национальный медицинский исследовательский центр терапии и профилактической медицины,  
Москва, Россия

**Цель.** Изучить известные на сегодня подходы к количественной оценке кальциноза артерий молочной железы (КАМЖ) – нового суррогатного маркера высокого сердечно-сосудистого риска у женщин, определить наиболее детализированный способ количественной оценки КАМЖ и оценить воспроизводимость измеряемых параметров.

**Материал и методы.** На предмет наличия КАМЖ были проанализированы маммограммы 1078 женщин. Внутриоператорская воспроизводимость оценки степени тяжести КАМЖ с помощью 12-балльной шкалы исследована при двукратном анализе 20 маммограмм одним и тем же оператором с интервалом не менее 2 нед. Межоператорская воспроизводимость изучена при анализе 99 маммограмм двумя независимыми операторами, не знакомыми с клиническими данными пациенток.

**Результаты.** При оценке внутриоператорской воспроизводимости показателя суммарного балла по каждой молочной железе точное совпадение результатов отмечено в 70% (95% доверительный интервал [ДИ] 53,5-83,4), случаев, различия не более 1 балла – в 27,5% (95%ДИ 14,6-43,9), лишь в 1 случае различие оценок составило 2 балла. Систематической ошибки между двумя измерениями не обнаружено ( $p=1,0$ ), коэффициент корреляции  $r_s=0,973$ . Оценка межоператорской воспроизводимости показала, что точное совпадение показателей имелось в 48,5% (95%ДИ 41,3-55,7), в 91,4% (95%ДИ 86,6-94,9) случаев показатель суммарного балла по каждой молочной железе различался не более чем на 1 балл. Систематической ошибки между измерениями двух экспертов не обнаружено ( $p=0,438$ ), коэффициент корреляции  $r_s=0,942$ .

**Заключение.** Показана хорошая внутриоператорская и межоператорская воспроизводимость показателей степени тяжести КАМЖ по 12-балльной шкале, что позволяет рекомендовать ее для использования в научной и практической работе.

**Ключевые слова:** кальциноз артерий молочной железы, маммограммы, воспроизводимость.

**Для цитирования:** Бочкарева Е.В., Бутина Е.К., Байрамкулова Н.Х., Абдалова О.В., Куценко В.А., Драпкина О.М. Оценка тяжести кальциноза артерий молочной железы на маммограмме как маркера сердечно-сосудистого риска: внутри- и межоператорская воспроизводимость показателей. *Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии* 2021;17(5):688-695. DOI:10.20996/1819-6446-2021-10-07.

## Assessment of the Severity of Breast Artery Calcification on a Mammogram: Intraoperator and Interoperator Reproducibility

Bochkareva E.V.\*, Butina E.K., Bayramkulova N.Kh., Abdalova O.V., Kutsenko V.A., Drapkina O.M.

National Medical Research Center for Therapy and Preventive Medicine, Moscow, Russia

**Purpose.** To study approaches to the quantitative assessment of breast arterial calcification (BAC) – a new surrogate marker of high cardiovascular risk in women, to determine the most detailed way to quantify BAC and to assess the reproducibility of these parameters.

**Material and methods.** Mammograms of 1,078 women were analyzed for the presence of BAC. The intraoperator reproducibility of the assessment of the severity of BAC using a 12-point scale (Margolies L et al., 2016) was studied by analyzing 20 mammograms by the same operator twice with an interval of at least 2 weeks. Inter-operator reproducibility was studied by analyzing 99 mammograms by two independent operators.

**Results.** When assessing the intraoperative reproducibility of the total score for each mammary gland, the exact coincidence of the results was noted in 70% (95% confidence interval [CI] 53.5-83.4), in cases of difference of no more than 1 point – in 27.5% (95%CI 14.6-43.9), only in 1 case the difference in assessments was 2 points. No systematic error was found between the two measurements ( $p=1.0$ ), the correlation coefficient was  $r_s=0.973$ . The assessment of inter-operator reproducibility showed that the exact coincidence of indicators was present in 48.5% (95%CI 41.3-55.7), in 91.4% (95% CI 86.6-94.9) cases, the total score for each the mammary gland differed by no more than 1 point. There was no systematic error between the measurements of the two experts ( $p=0.438$ ), the correlation coefficient was  $r_s=0.942$ .

**Conclusion.** A good intraoperator and interoperator reproducibility of indicators of the severity of BAC on a 12-point scale has been shown, which makes it possible to recommend it for use in science and practice.

**Key words:** breast arterial calcification, mammograms, reproducibility.

**For citation:** Bochkareva E.V., Butina E.K., Bayramkulova N.Kh., Abdalova O.V., Kutsenko V.A., Drapkina O.M. Assessment of the Severity of Breast Artery Calcification on a Mammogram: Intraoperator and Interoperator Reproducibility. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology* 2021;17(5): 688-695. DOI:10.20996/1819-6446-2021-10-07.

\*Corresponding Author (Автор, ответственный за переписку): ebochkareva@gnicpm.ru

Received/Поступила: 01.07.2021

Accepted/Принята в печать: 12.08.2021

## Введение

Несмотря на все предпринимаемые усилия, сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) являются основной причиной смерти женского населения в мире [1], но динамика этого показателя среди женщин молодых возрастных групп имеет значительно менее благоприятный характер, чем у мужчин [2,3]. Одной из причин недостаточной эффективности профилактических мероприятий признается неудовлетворительная валидность у женщин существующих в настоящее время алгоритмов стратификации сердечно-сосудистого (СС) риска [4,5].

В настоящее время за рубежом в качестве перспективного маркера СС риска рассматривается кальциноз артерий молочной железы (КАМЖ), который причислен к «пяти основным проблемам женского здоровья в профилактической кардиологии» [6,7]. КАМЖ относится к так называемому кальцинозу Менкеберга, локализованному в медиальной оболочке мелких и средних артерий, чем отличается от кальциноза интимы сосуда, связанного с атеросклеротическим процессом и формированием липидной бляшки. На маммограммах КАМЖ легко визуализируется как бесструктурные/аморфные участки кальциноза по ходу артерии, часто связанные в 2 параллельные линии, так называемые «трамвайные пути» (tram tracks) [8,9], и рассматривается рентгенологами в качестве доброкачественной находки.

Показано, что КАМЖ ассоциируется с более высокой распространенностью ишемической болезни сердца (ИБС), цереброваскулярной болезни, а также с более высокими показателями смертности от этих заболеваний [10]. Отмечена более высокая частота КАМЖ при сахарном диабете, хронической болезни почек, заболеваниях периферических артерий, остеопорозе [10]. Добавление КАМЖ к стандартным алгоритмам оценки СС риска Framingham Risk Score и Pooled Cohort Equation повышает точность прогнозирования ИБС [11,12]. Ожидается, что уже в среднесрочной перспективе КАМЖ будет официально включен в систему оценки риска у женщин в пери- и постменопаузе.

Существует согласованное мнение, что при оценке КАМЖ как маркера сердечно-сосудистого риска необходимо учитывать степень его тяжести [8,11]. Показано, что у женщин с тяжелым КАМЖ вероятность ССЗ выше, чем при более легком кальцинозе [11,13]. Кроме того, слабо и сильно выраженный КАМЖ могут являться индикаторами разных по форме и стадии патологических состояний, в связи с чем количественная оценка степени тяжести КАМЖ необходима для более глубокого изучения патофизиологических механизмов, определяющих значение КАМЖ как биомаркера [14].

В настоящее время ведутся исследования по разработке автоматических методов количественной оценки КАМЖ по цифровым маммограммам, что является сложной и пока не решенной задачей из-за технических проблем, связанных с топологией сосудов (пересечениями и ветвлением артерий) [8]. Индивидуальные различия в плотности ткани молочной железы (МЖ) также затрудняют автоматическую оценку тяжести кальциноза [8].

Во всех известных в настоящее время исследованиях применяется визуальная оценка тяжести КАМЖ с помощью так называемых полуколичественных шкал, однако применяемые подходы сильно различаются, далеко не всегда приводятся данные о воспроизводимости оцениваемых параметров. Общепризнанные стандартизованные критерии визуальной количественной оценки КАМЖ на маммограмме в настоящее время отсутствуют.

Чаще всего определяется только сам факт наличия КАМЖ по принципу «да»/«нет» (двухранговая шкала), без учета плотности кальциноза и числа кальцинированных артерий (табл. 1) [15-19]. Реже оценивается плотность кальцинозов артерий и приводятся критерии, характеризующие легкий, умеренный и тяжелый кальциноз (оценка 0, 1, 2, 3) [20-23]. Значительно реже, помимо плотности кальциноза, принимается в расчет число кальцинированных артерий, также с 4-ранговой оценкой [24-27]. Только в 2 исследованиях, помимо числа вовлеченных артерий и плотности кальциноза, учитывается протяженность кальцинированных участков [11,12].

На сегодняшний день наиболее детализированной является 12-балльная шкала, впервые предложенная L. Margolies и соавт. [11], предусматривающая оценку числа кальцинированных артерий, протяженность и плотность кальциноза. Степень тяжести КАМЖ, определенная с помощью данной шкалы положительно коррелирует с тяжестью кальциноза коронарных артерий по данным компьютерной томографии, что свидетельствует о хорошей информативности в отношении ИБС [11]. Преимуществами данной шкалы являются четкие и понятные характеристики наиболее трудно оцениваемого показателя (критерия) – плотности кальцинозов, а также 12-ранговый уровень оценки, что дает возможность более глубокого изучения роли КАМЖ как биомаркера в научных исследованиях, а также точнее оценивать степень тяжести КАМЖ при анализе маммограмм в рутинной медицинской практике. К сожалению, в доступной литературе мы не нашли сведений о внутри- и межоператорской воспроизводимости результатов оценки степени тяжести КАМЖ с помощью данной шкалы.

Цель исследования – изучить известные на сегодня подходы к количественной оценке КАМЖ – нового

**Table 1. Methods of visual quantitative assessment of the severity of breast artery calcification according to the literature**  
**Таблица 1. Способы визуальной количественной оценки тяжести КАМЖ по данным литературы**

Оцениваемые критерии/признаки кальциноза	Градации, степень тяжести КАМЖ	Источники
Наличие или отсутствие кальциноза без учета его плотности и числа кальцинированных артерий	«да» / «нет»	Kemmeren M. (1998) [17]; Yildiz S. (2008) [18]; Sarrafzadegan N. (2009) [19]; Sedighi N. (2011) [15]; Ahn K.J. (2011) [16];
Плотность кальциноза без учета числа кальцинированных артерий	0 – нет 1 – легкий 2 – умеренный 3 – тяжелый	Maas A.H.E.M. (2006) [20]; Erdogmus B. (2013) [23]; Büyükkaya R. (2014) [22]; Sankaran P.P. (2019) [21]
Плотность кальциноза и число кальцинированных артерий	0 – нет 1 – легкий 2 – умеренный 3 – тяжелый	Yağtu M. (2015) [25]; Mostafavi L. (2015) [24]; Ruzicic D. (2018) [26]; Kelly B.S. (2018) [27]
Плотность кальциноза, число кальцинированных артерий и максимальная протяженность кальциноза	нет – 0 баллов [11,12]; легкий – 1-3 баллов [11], 1-6 баллов [12] тяжелый – 4-12 баллов [11], 7-12 баллов [12]	Margolies L. (2016) [11]; Yoon Y.E. (2019) [12]
КАМЖ – кальциноз артерий молочной железы		

суррогатного маркера высокого сердечно-сосудистого риска у женщин, определить наиболее детализированный способ количественной оценки КАМЖ и оценить воспроизводимость измеряемых параметров.

## Материал и методы

На предмет наличия КАМЖ были проанализированы маммограммы 1078 женщин, последовательно прошедших маммографию за период с 01.2019 по 12.2019 г. в ФГБУ «НМИЦ ТПМ» Минздрава России. Всего выявлено 103 женщины с КАМЖ. В анализ воспроизводимости включено 99 маммограмм женщин, имеющих обе молочные железы. Маммограммы 4 женщин с одной МЖ после оперативного лечения в анализ не включались.

Стандартные полноформатные цифровые маммограммы выполнялись в краниокаудальной и медиолатеральной кривой проекциях на маммографической системе Mammomat Fusion (Siemens, Германия). Все маммограммы просматривались на 5 Мп монохромном жидкокристаллическом мониторе Radiforce GX 540 (диагональ 540 мм). Для использования на усмотрение рентгенолога были доступны все стандартные инструменты, включая увеличение и инверсию.

Все маммограммы с наличием КАМЖ были оценены слепым методом двумя независимыми специалистами, которые не знали клинических данных пациентов и результатов оценки КАМЖ другим оператором. Рентгенологи, осуществлявшие количе-

ственную оценку КАМЖ, предварительно были проинструктированы по способам и критериям оценки каждого из компонентов 12-ранговой шкалы и расчета суммарного балла.

Для определения внутриоператорской воспроизводимости одним и тем же специалистом были оценены 20 маммограмм с наличием КАМЖ. Межоператорская воспроизводимость оценки двух операторов исследована по 99 маммограммам.

Тяжесть КАМЖ оценивали в соответствии с критериями, предложенными Margolies L. и соавт. [11]:

- 1) Количество сосудов с КАМЖ в каждой МЖ, в зависимости от числа вовлеченных артерий, кодировалось от 0 до 6 баллов. При числе вовлеченных артерий >6 присваивалась градация 6 баллов.
- 2) Наибольшая протяженность кальцинированного участка: 0 – отсутствие; 1 балл – < 1/3 длины сосуда; 2 балла – от 1/3 до 2/3 длины; 3 балла – > 2/3 длины
- 3) Плотность кальциноза в наиболее пораженном сегменте 0 – отсутствие; 1 балл – четкая визуализация просвета и/или поражение только 1 стенки сосуда; 2 балла – затемнение просвета и кальциноз обеих тангенциальных стенок артерии; 3 балла – тяжелый кальциноз без видимого просвета сосуда.

Для каждой МЖ определяли сумму баллов, максимально 12 баллов.

Степень тяжести КАМЖ (легкая, тяжелая) у каждой из обследованных женщин определяли, исходя из по-

**Table 2. Intraoperator reproducibility of the assessment of the severity of breast artery calcification in points (20 women, 2 mammary glands in each case)**

**Таблица 2. Внутриоператорская воспроизводимость оценки степени тяжести КАМЖ в баллах (20 женщин, по 2 МЖ в каждом случае)**

Показатель	сопоставления (n)	Точное совпадение		Расхождение 1 балл		Расхождение 2 балла		Расхождение 3 балла		p для наличия систематической ошибки между измерениями	$r_s$
		n	% (95%ДИ)	n	% (95%ДИ)	n	% (95%ДИ)	n	% (95%ДИ)		
Количество кальцинированных артерий	40	30	75 (58,8-87,3)	10	25 (12,7-41,2)	0	-	0	-	1,0	0,919
Длина кальциноза	40	34	85,0 (70,2-94,3)	6	15,0 (5,7-29,8)	0	-	0	-	1,0	0,919
Плотность кальциноза	40	35	87,5 (73,2-95,8)	5	12,5 (4,2-26,8)	0	-	0	-	1,0	0,900
Сумма баллов по каждой МЖ	40	28	70,0 (53,5-83,4)	11	27,5 (14,6-43,9)	1	2,5 (0,1-13,2)	0	-	1,0	0,973

КАМЖ – кальциноз артерий молочной железы, МЖ – молочная железа, ДИ – доверительный интервал

казателя суммарного балла. При этом в расчет принимался показатель той МЖ, где сумма баллов была выше. Например: левая МЖ – 5 баллов, правая МЖ – 8 баллов.; тяжесть КАМЖ определяли по показателю правой МЖ 8 баллов.

Градации степени тяжести КАМЖ определяли по шкале Margolies L et al, (2016), легкая 1-3 балла, тяжелая – 4-12 баллов [11], и по шкале Yoon Y.E. и соавт. – легкая 1-6 баллов и тяжелая – 7-12 баллов [12].

### Статистический анализ

Определяли воспроизводимость оценки кальциноза по каждому из параметров: число кальцинированных артерий, длина и плотность кальцинозов, а также воспроизводимость суммарного балла по каждой МЖ.

Внутриоператорская воспроизводимость была изучена при анализе маммограмм 20 женщин, по 2 МЖ у каждой из них, таким образом, всего было выполнено 40 сопоставлений каждого из указанных параметров. Интервал между первым и вторым анализом маммограмм составлял  $\geq 2$  нед. Аналогичным образом при определении межоператорской воспроизводимости оценки КАМЖ двумя специалистами у 99 женщин было выполнено 198 сопоставлений указанных параметров.

При оценке воспроизводимости измерений использованы методы описательной статистики с расчетом медианы ошибки, точности совпадений в абсолютных и относительных показателях с определением 95% доверительного интервала (ДИ). Наличие систе-

матической ошибки в оценке баллов КАМЖ проведено критерием Вилкоксона. Также рассчитан коэффициент корреляции  $r_s$  Спирмена. Для дополнительного анализа использовали метод оценки согласованности показателей Блэнда-Альмана. Различия считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

## Результаты

### Внутриоператорская воспроизводимость

Оценка тяжести кальциноза одним и тем же оператором совпадает очень хорошо (табл. 2). Точное совпадение оценки каждого из параметров (число артерий, длина и плотность кальциноза) отмечено в 75-85% случаев. Точное совпадение суммарного балла по каждой МЖ отмечено в 70% (95%ДИ 53,5-83,4) случаев, различия не более 1 балла – 27,5% (95%ДИ 14,6-43,9) случаев, и лишь в 1 случае (2,5%, 95%ДИ 0,1-13,2) различие оценок составило 2 балла.

На рис. 1А показано распределение поставленных одним и тем же экспертом суммарных баллов оценки КАМЖ баллов по каждой МЖ при первом и втором анализе маммограмм. Систематической ошибки между двумя измерениями не обнаружено, вероятность значимого сдвига между первой и второй оценками статистически незначима ( $p = 1,0$ ). Коэффициент корреляции показателя суммы баллов по каждой МЖ является весьма высоким  $r_s = 0,973$ .

Не было ни одного случая изменения степени тяжести КАМЖ (легкая, тяжелая) при повторной слепой оценке этого показателя одним и тем же оператором по двум применявшимся шкалам [11, 12].

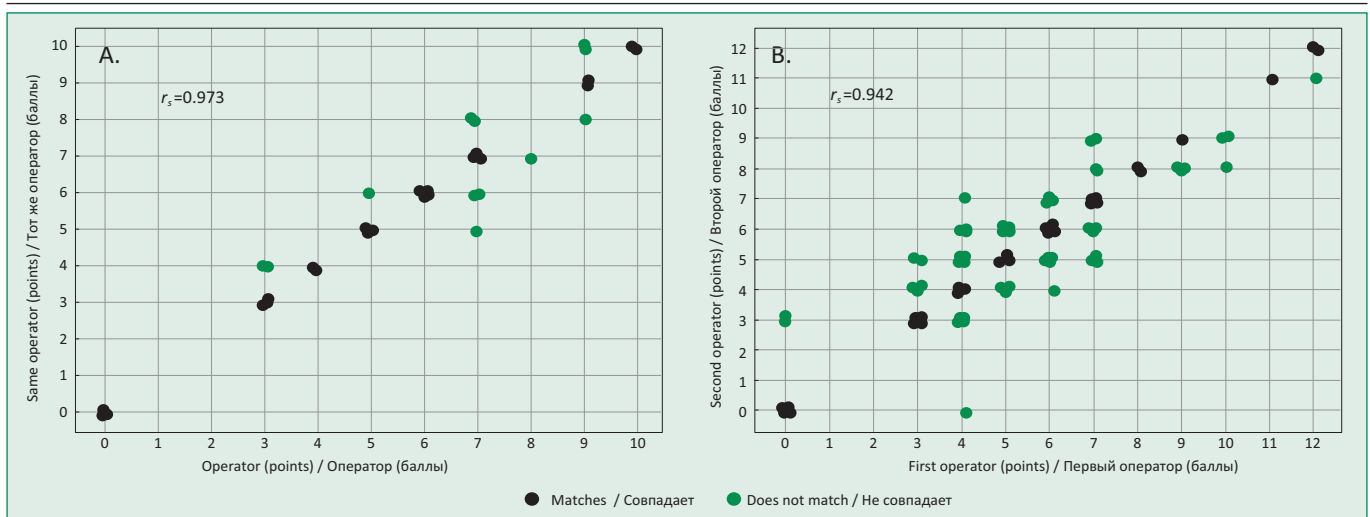


Figure 1. Total score for breast artery calcification for each breast: (A) from the same operator, and (B) from two independent operators

Рисунок 1. Суммарный балл оценки КАМЖ по каждой МЖ: (А) одним и тем же оператором, и (В) двумя независимыми операторами

КАМЖ – кальциноз артерий молочной железы, МЖ – молочная железа

### Межоператорская воспроизводимость

Оценка тяжести кальциноза разными операторами также совпадает достаточно хорошо (табл. 3, рис. 1В). Видно, что подавляющее большинство, >98% оценок двумя операторами каждого из исследуемых параметров (количество артерий, длина и плотность кальциноза) различается не более, чем на 1 балл. Точное совпадение показателя суммарного балла по каждой МЖ отмечено в 48,5% (95%ДИ 41,3-55,7), а в 91,4% (95%ДИ 86,6-94,9) случаев различия составляют не более 1 балла.

Распределение поставленных двумя экспертами баллов показано на рис. 1В. Систематической ошибки между измерениями двумя экспертами не обнаружено ( $p=0,438$ ). Коэффициент корреляции показателя суммы баллов по каждой МЖ составил  $r_s=0,942$ .

Изучена воспроизводимость оценки разными операторами степени тяжести кальциноза (легкая, тяжелая) при применении двух различных шкал [11,12]. При оценке по шкале [11] расхождение в степени тяжести КАМЖ имелось в 9 случаях, т.е. вероятность неверной постановки диагноза равна 9% (4,2-16,5%),

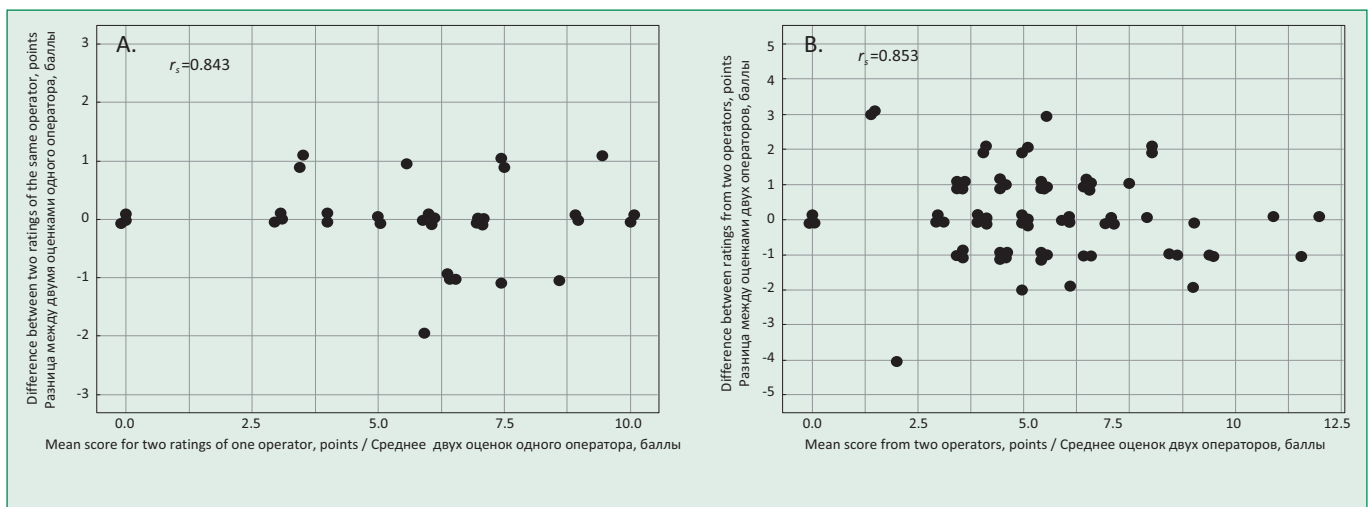


Figure 2. Bland-Altman diagrams of intraoperator (A) and interoperator (B) of the reproducibility of the breast artery calcification total score for each breast.

Рисунок 2. Диаграммы Блэнда-Альтмана внутриоператорской (А) и межоператорской (В) воспроизводимости суммарного балла оценки КАМЖ по каждой МЖ.

**Table 3. Interoperator reproducibility of the assessment of the severity of breast artery calcification in points (99 women, 2 mammary glands in each case)**

**Таблица 3. Межоператорская воспроизводимость оценки степени тяжести КАМЖ в баллах (99 женщин, по 2 МЖ в каждом случае)**

Показатель сопоставления (n)	Точное совпадение		Расхождение 1 балл		Расхождение ≤1 балл		Расхождение 2 балла		Расхождение 3 балла		p для наличия систематической ошибки между измерениями	$r_s$
	n	% (95%ДИ)	n	% (95%ДИ)	n	% (95%ДИ)	n	% (95%ДИ)	n	% (95%ДИ)		
Количество кальцинированных артерий	198	154 77,8 (61,2-74,6)	40	20,2 (14,8-26,5)	194	98 (94,9-99,4)	4	2,0 (0,6-5,1)	0	–	1,0	0,884
Длина кальциноза	198	135 68,2 (70,2-94,3)	62	31,3 (24,9-38,3)	197	99,5 (97,2-100)	1	0,5 (0-2,8)	0	–	0,175	0,828
Плотность кальциноза	198	145 73,2 (66,5-79,3)	52	26,3 (20,3-33)	197	99,5 (97,2-100)	1	0,5 (0-2,8)	0	–	1,0	0,762
Сумма баллов по каждой МЖ	198	96 48,5 (41,3-55,7)	85	42,9 (35,9-50,1)	181	91,4 (86,6-94,9)	13	6,6 (3,5-11)	4	2,0 (0,6-5,1)	0,438	0,924

КАМЖ – кальциноз артерий молочной железы, МЖ – молочная железа, ДИ – доверительный интервал

при этом точная оценка степени тяжести КАМЖ сделана примерно у 9 из 10 женщин.

При оценке по второй шкале [12] ошибок расхождение в степени тяжести КАМЖ наблюдалось в 15 случаях, т.е. вероятность неверной постановки диагноза равна 15% (8,7-23,8%), при этом верная оценка тяжести КАМЖ была сделана примерно у 6 из 7 женщин.

Анализ внутриоператорской и межоператорской воспроизводимости оценки КАМЖ с помощью метода Блэнда-Альтмана представлен на рис. 2. Диаграммы демонстрируют высокую согласованность оценки КАМЖ одним и тем же оператором (рис. 2А) и двумя разными операторами (рис. 2Б). Важно, что в обоих случаях для ненулевых значений показателя не обнаружено значимого возрастания ошибки при увеличении суммарного балла оценки ( $r_s=0,843$ ;  $r_s=0,853$ ).

Таким образом, исследование показало хорошую внутриоператорскую и межоператорскую воспроизводимость показателей, характеризующих степень тяжести КАМЖ с помощью 12-балльной шкалы и достаточно быстрое обучение специалистов применению указанного метода, что позволяет рекомендовать его для научной и практической работы и для научного и практического применения.

## Обсуждение

Количественная оценка степени тяжести КАМЖ является необходимым условием для успешного изучения этого показателя как биомаркера в научных ис-

следованиях и как маркера высокого риска различных заболеваний в клинической практике. При этом решающее значение имеет хорошая воспроизводимость результатов, отсутствие значимой зависимости от оператора, что позволяет избежать систематической ошибки при оценке КАМЖ. Проведенное сопоставление оценки КАМЖ с помощью 12-ранговой шкалы [11] показало хорошую внутриоператорскую и межоператорскую воспроизводимость показателей. В 97,5% случаев расхождение в оценках одним и тем же оператором суммарного балла по каждой МЖ не превышало 1 балл ( $r_s=0,973$ ).

При оценке данного показателя двумя операторами расхождение не более 1 балла отмечено в 91,4% случаев ( $r_s=0,924$ ). Расхождение итоговой оценки КАМЖ – легкая или тяжелая степень тяжести по градации [11] – отмечено лишь в 13% случаев, т.е. правильная оценка была сделана у 7 из 8 женщин с КАМЖ, что является хорошим показателем для количественной шкалы.

Одним из преимуществ данной шкалы является наличие дифференцированной 12-балльной градации, что при желании позволяет выйти за рамки предложенной авторами системы оценки степени тяжести КАМЖ (легкая – 1-3 балла, тяжелая 4-12 баллов) [11]. В частности, после проведения соответствующих исследований представляется возможным выделить умеренную (промежуточную) степень тяжести КАМЖ (например, 4-8 баллов) для выявления женщин с умеренным сердечно-сосудистым риском или доклини-

ческим стадиями ССЗ, среди которых своевременные профилактические мероприятия могут принести наибольшую пользу.

В зарубежной литературе имеется значительное число публикаций по проблеме неблагоприятной прогностической значимости КАМЖ, эта информация доступна практически врачам, ассоциация КАМЖ с высоким риском ССЗ является достаточно известным и обсуждаемым феноменом. По данным Европейского общества визуализации МЖ (European Society of Breast Imaging) >80% членов организации осведомлены о связи КАМЖ с ССЗ, >60% указывают на наличие КАМЖ в своем заключении, около 40%, несмотря на отсутствие официальных рекомендаций, направляют женщин с тяжелым КАМЖ к кардиологу и/или уточняют сердечно-сосудистый анамнез [28].

В нашей стране информация о наличии КАМЖ пока остается абсолютно невостребованной со стороны врачей из-за практически полного отсутствия в отечественной медицинской литературе сведений о неблагоприятной прогностической значимости данного показателя. Дефицит сведений по указанной проблеме необходимо восполнить. Представляется целесообразным создавать организационные механизмы, благодаря которым информация о наличии КАМЖ сможет выйти за пределы кабинета маммографии и будет доступна терапевтам, кардиологам, специалистам по профилактической медицине и использована ими для решения задач по профилактике заболеваний.

Следует ожидать, что информация о наличии КАМЖ будет также востребована со стороны пациентов, проходящих маммографию. По данным исследования [29] 95% женщин хотят, чтобы им сообщали о наличии или отсутствии КАМЖ и выражают готовность при наличии кальциноза пройти дополнительное обследование для выявления атеросклеротических заболеваний, в частности, компьютерную томографию коронарных артерий КАМЖ.

Ежегодно в нашей стране и во всем мире миллионы женщин от 40 лет и старше проходят скрининговую маммографию, при этом практически у каждой 10-й женщины потенциально может быть выявлен КАМЖ, свидетельствующий о риске ССЗ и других серьезных заболеваний. По-видимому, этот потенциал можно было бы использовать для реализации профилактических программ среди женского населения, где традиционные шкалы сердечно-сосудистого риска не ра-

ботают должным образом. Оптимальным решением указанной задачи явилось бы создание специальных программных модулей для автоматического выявления и определения степени тяжести КАМЖ, однако разработка такого программного продукта является технически сложной задачей и возможна только в достаточно отдаленной перспективе.

Вместе с тем хорошая воспроизводимость результатов оценки КАМЖ с помощью представленной 12-балльной шкалы позволяет уже в сегодня использовать ее для выявления женщин с риском ССЗ, сахарного диабета, остеопороза, хронической болезни почек с целью их профилактики. У женщин моложе 65 лет в постменопаузе или пременопаузе с наличием КАМЖ, особенно тяжелой степени, необходимо оценить факторы риска, кардиальные или церебральные жалобы и симптомы, клинический статус, и при необходимости провести соответствующее обследование. При отсутствии дополнительных отягощающих факторов можно ограничиться стандартной консультацией по профилактике ССЗ.

Количественная оценка КАМЖ позволит наиболее полно раскрыть потенциал маммографии как инструмента для выявления женщин с высоким риском ССЗ и других заболеваний, и более эффективно, без дополнительных затрат и увеличения лучевой нагрузки на пациента использовать уже существующую, хорошо развитую инфраструктуру маммографического скрининга для решения задач по снижению заболеваемости среди женского населения.

#### **Благодарность**

Авторы выражают благодарность врачам-рентгенологам Коротаевой Наталии Игоревне и Михальской Юлии Вадимовне за помощь в выполнении данного исследования.

**Отношения и Деятельность:** нет.

**Relationships and Activities:** none.

**Финансирование:** Исследование проведено при поддержке Национального медицинского исследовательского центра терапии и профилактической медицины.

**Funding:** The study was performed with the support of the National Medical Research Center for Therapy and Preventive Medicine.

## References / Литература

1. Roth GA, Abate D, Abate KH, et al. Global, regional, and national age-sex-specific mortality for 282 causes of death in 195 countries and territories, 1980-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study. *Lancet*. 2018;392(10159):1736-88. DOI:10.1016/S0140-6736(18)32203-7.
2. Benjamin EJ, Muntner P, Alonso A, et al. Heart disease and stroke statistics—2019 update: a report from the American Heart Association. *Circulation*. 2019; 139(10):e56-e528. DOI:10.1161/CIR.0000000000000659.
3. Wilmut KA, O'Flaherty M, Capewell S, et al. Coronary heart disease mortality declines in the United States from 1979 through 2011. *Circulation*. 2015;132(11):997-1002. DOI:10.1161/CIRCULATIONAHA.115.015293.
4. DeFilippis AP, Young R, Carrubba CJ, et al. An analysis of calibration and discrimination among multiple cardiovascular risk scores in a modern multiethnic cohort. *Ann Intern Med*. 2015;162:266-75. DOI:10.7326/M14-1281.
5. Bui QM, Daniels LB. A review of the role of breast arterial calcification for cardiovascular risk stratification in women. *Circulation*. 2019;139(8):1094-101. DOI:10.1161/CIRCULATIONAHA.118.038092.
6. Wenger NK. Transforming cardiovascular disease prevention in women: time for the pygmalion construct to end. *Cardiology*. 2015;130(1):62-8. DOI:10.1159/000370018.
7. Abouzeid C, Bhatt D, Amin N. The top five women's health issues in preventive cardiology. *Curr Cardiovasc Risk Rep*. 2018;12:6. DOI:10.1007/s12170-018-0568-7.
8. Cheng JZ, Chen CM, Cole EB, et al. Automated delineation of calcified vessels in mammography by tracking with uncertainty and graphical linking techniques. *IEEE Trans Med Imaging*. 2012;31(11):2143-55. DOI:10.1109/TMI.2012.2215880.
9. Sickles EA, D'Orsi CJ, Bassett LW. ACR BI-RADS Mammography. In: *ACR BI-RADS Atlas, Breast Imaging Reporting and Data System, 5th Edition*. Reston, VA: American College of Radiology; 2013:134-136.
10. 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):424-30 (In Russ.) [Бочкарева Е.В., Ким И.В., Бутина Е.К., и др. Маммографический скрининг как инструмент оценки сердечно-сосудистого риска. Часть 2. Кальциноз артерий молочной железы - связь с сердечно-сосудистыми заболеваниями. Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии. 2019;15(3):424-30]. DOI:10.20996/1819-6446-2019-15-3-424-430.
11. Margolies L, Salvatore M, Hecht HS, et al. Digital Mammography and Screening for Coronary Artery Disease. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2016;9:350-60. DOI:10.1016/j.jcmg.2015.10.022.
12. Yoon YE, Kim KM, Han JS, et al. Prediction of Subclinical Coronary Artery Disease With Breast Arterial Calcification and Low Bone Mass in Asymptomatic Women: Registry for the Women Health Cohort for the BBC Study. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2019;12(7 Pt 1):1202-11. DOI:10.1016/j.jcmg.2018.07.004.
13. Polonsky TS, Greenland P. Breast Arterial Calcification Expanding the Reach of Cardiovascular Prevention. *Circulation*. 2017;135(6):499-501. DOI:10.1161/CIRCULATIONAHA.116.025277.
14. Trimboli RM, Codari M, Guazzi M, Sardanelli F. Screening mammography beyond breast cancer: breast arterial calcifications as a sex-specific biomarker of cardiovascular risk. *Eur J Radiol*. 2019;119:108636. DOI:10.1016/j.ejrad.2019.08.005.
15. Sedighi N, Radmard AR, Radmehr A, et al. Breast arterial calcification and risk of carotid atherosclerosis: Focusing on the preferentially affected layer of the vessel wall. *Eur J Radiol*. 2011;79(2):250-6. DOI:10.1016/j.ejrad.2010.04.007.
16. Ahn KJ, Kim YJ, Cho HJ, et al. Correlation between breast arterial calcification detected on mammography and cerebral artery disease. *Arch Gynecol Obstet*. 2011;284(4):957-64. DOI:10.1007/s00404-010-1742-4.
17. Kemmeren M, van Noord PA, Beijerinck D, et al. Arterial calcification found on breast cancer screening mammograms and cardiovascular mortality in women the DOM Project. *Am J Epidemiol*. 1998;147(4):333-41. DOI:10.1093/oxfordjournals.aje.a009455.
18. Yildiz S, Yildiz A, Ertug N, et al. Association of breast arterial calcification and carotid intima-media thickness. *Heart Vessels*. 2008;23(6):376-82. DOI:10.1007/s00380-008-1058-5.
19. Sarrafzadegan N, Ashrafi F, Noorbakhsh M, et al. Association of breast artery calcification with coronary artery disease and carotid intima-media thickness in premenopausal women. *East Mediterr Health J*. 2009;15(6):1474-82.
20. Maas AHM, van der Schouw YT, Mali WPTHM, van der Graaf Y. Progression of calcifications in breast arteries in women at high risk for coronary heart disease events. *Neth Heart J*. 2006;14(9):287-91.
21. Sankaran PP, Rao P, Koteswara P. Association of vascular calcification of breast with carotid intima media thickness. *Pol J Radiol*. 2019;84:e335-e339. DOI:10.5114/pjr.2019.88064.
22. Büyükkaya R, Büyükkaya A, Altunkaşet A, et al. Breast arterial calcifications and carotid-intima thickness and hemodynamics: Is there any association? *Anadolu Kardiyol Derg*. 2014;14(4):378-82. DOI:10.5152/akd.2014.4705.
23. Erdogmus B, Büyükkaya R, Büyükkaya A, Yazici B. Relationship between breast arterial calcifications detected on mammography and brachial artery intima-media thickness. *Wien Klin Wochenschr*. 2013;125(3-4):100-4. DOI:10.1007/s00508-013-0322-6.
24. Mostafavi L, Marfori W, Arellano C, et al. Prevalence of coronary artery disease evaluated by coronary CT angiography in women with mammographically detected breast arterial calcifications. *PLoS One*. 2015;10(4):e0122289. DOI:10.1371/journal.pone.0122289.
25. Yağtu M. Evaluating the Association between Breast Arterial Calcification and Carotid Plaque Formation. *J Breast Health*. 2015;11(4):180-5. DOI:10.5152/tjhb.2015.2544.
26. Ruzicic D, Dobric M, Vukovic 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. DOI:10.1016/j.crad.2017.12.002.
27. 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. DOI:10.1016/j.clinimag.2017.10.021.
28. Trimboli RM, Capra D, Codari M, et al. Breast arterial calcifications as a biomarker of cardiovascular risk: radiologists' awareness, reporting, and action. A survey among the EUSOBI members. *Eur Radiol*. 2021;31(2):958-66. DOI:10.1007/s00330-020-07136-6.
29. Margolies LR, Yip R, Hwang E, et al. Breast arterial calcification in the mammogram report: the patient perspective. *Am J Roentgenol*. 2019;212(1):209-14. DOI:10.2214/AJR.18.20171.

About the Authors / Сведения об авторах:

**Бочкарева Елена Викторовна** [Elena V. Bochkareva]

ORCID 0000-0003-0836-7539

**Бутина Екатерина Кронидовна** [Ekaterina K. Butina]

eLibrary SPIN 1170-0594, ORCID 0000-0003-2960-7044

**Байрамкулова Нюрджан Хусейвна**

[Nyurdzhan Kh. Bayramkulova]

ORCID 0000-0002-0883-1955

**Абдалова Ольга Владимировна** [Olga V Abdalova]

ORCID 0000-0002-7261-1682

**Куценко Владимир Александрович** [Vladimir A. Kutsenko]

eLibrary SPIN 8567-1789, ORCID 0000-0001-9844-3122

**Драпкина Оксана Михайловна** [Oxana M. Drapkina]

eLibrary SPIN 4456-1297, ORCID 0000-0002-4453-8430