Новые подходы к оценке изменений коронарных артерий при мультиспиральной компьютерной томографииНиколаев А. Е.¹, Шапиев А. Н.¹, Блохин И. А.¹, Рамазанова Д. М.², Шапиева А. Н.³, Гомболевский В. А.¹, Низовцова Л. А.¹

В статье представлен обзор качественных и количественных методов оценки кальциноза коронарных артерий по данным компьютерной томографии (КТ). Коронарный кальций — один из известных предикторов ишемической болезни сердца и осложнений сердечно-сосудистых заболеваний. Кальцификация коронарных артерий — частая клинически значимая находка на рутинной и низкодозовой КТ. В обзоре разобраны системы CAC-DRS (нативная КТ с/без ЭКГ-синхронизации) и CAD-RADS (КТ-коронарография).

Даны рекомендации по дальнейшему ведению пациентов со стабильной или острой болью в груди на основе классификации CAD-RADS. Основной целью CAD-RADS является стандартизация отчетности о результатах компьютерно-томографической коронарной ангиографии (КТКАГ), что облегчает интерпретации результатов врачами клинических специальностей (кардиологами, интервенционными хирургами), а также четко выработанная тактика последующего ведения пациентов. Такой подход в конечном итоге должен привести к повышению качества медицинской помощи.

Ключевые слова: обзор, КТ-ангиография, система оценки коронарных артерий, ЭКГ-синхронизация, классификации CAC-DRS и CAD-RADS.

Конфликт интересов: не заявлен.

¹ГБУЗ Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы, Москва; ²ФГАУ ВО Первого МГМУ им. И. М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва; ³ФГБНУ РНЦХ им. акад. Б. В. Петровского, Москва, Россия.

Николаев А. Е. — м.н.с. отдела развития качества радиологии, ORCID: 0000-0001-5151-4579, Шапиев А. Н.* — аналитик отдела координации научной

деятельности, ORCID: 0000-0002-1890-6711, Блохин И. А. — м.н.с. отдела развития качества радиологии, ORCID: 0000-0002-2681-9378, Рамазанова Д. М. — врач-ординатор отделения реконструктивной и пластической хирургии Университетской клинической больницы № 1, ORCID: 0000-0003-0390-0410, Шапиева А. Н. — врач-кардиолог, отделение хирургического лечения сложных нарушений ритма сердца и электрокардиостимуляции, ORCID: 0000-0002-4830-5239, Гомболевский В. А. — к.м.н., руководитель отдела развития качества радиологии, ORCID: 0000-0003-1816-1315, Низовцова Л. А. — д.м.н., профессор, г.н.с. отдела развития качества радиологии, ORCID: 0000-0002-9614-4505.

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author): shapiev_an@mail.ru

ИБС — ишемическая болезнь сердца, ИКК — индекс коронарного кальция, Кальциевый индекс — кальциевый индекс, КТ — компьютерная томография, ЛКА — левая коронарная артерия, ЛОА — левая огибающая артерия, ЛПНА — левая передняя нисходящая артерия, ПКА — правая коронарная артерия, ЭКГ — электрокардиография, CAC-DRS — The coronary artery calcium data and reporting system, CAD-RADS — The coronary artery disease — reporting and data system.

Рукопись получена 09.10.2019

Рецензия получена 18.11.2019

Принята к публикации 18.11.2019

Для цитирования: Николаев А. Е., Шапиев А. Н., Блохин И. А., Рамазанова Д. М., Шапиева А. Н., Гомболевский В. А., Низовцова Л. А. Новые подходы к оценке изменений коронарных артерий при мультиспиральной компьютерной томографии. *Российский кардиологический журнал*. 2019;24(12):124–130
doi:10.15829/1560-4071-2019-12-124-130

New approaches for assessing coronary changes in multi-layer spiral computed tomography Nikolaev A. E.¹, Shapiev A. N.¹, Blokhin I. A.¹, Ramazanova D. M.², Shapieva A. N.³, Gombolevsky V. A.¹, Nizovtsova L. A.¹

The article presents an overview of qualitative and quantitative methods for coronary calcification assessment by computed tomography (CT). Coronary calcium is one of the well-known predictors of coronary artery disease and its complications. Coronary artery calcification is a common significant finding on routine and low-dose CT. In the review, the Coronary Artery Calcium Data and Reporting System (CAC-DRS) and the Coronary Artery Disease Reporting and Data System (CAD-RADS) are analyzed.

Recommendations are given for the further management of patients with stable or acute chest pain in accordance with the CAD-RADS classification. The main aim of CAD-RADS is the standardization of accounting for coronary computed tomography angiography (CCTA) results for facilitating the interpretation by clinicians and subsequent management of patients. Such an approach should lead to an increase of healthcare quality.

Key words: review, CT angiography, coronary artery assessment system, ECG synchronization, CAC-DRS and CAD-RADS classifications.

Conflicts of Interest: nothing to declare.

¹Research and Practical Clinical Center of Diagnostics and Telemedicine Technologies, Moscow; ²I. M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow; ³B. V. Petrovsky Russian National Research Center of Surgery, Moscow, Russia.

Nikolaev A. E. ORCID: 0000-0001-5151-4579, Shapiev A. N. ORCID: 0000-0002-1890-6711, Blokhin I. A. ORCID: 0000-0002-2681-9378, Ramazanova D. M. ORCID: 0000-0003-0390-0410, Shapieva A. N. ORCID: 0000-0002-4830-5239, Gombolevsky V. A. ORCID: 0000-0003-1816-1315, Nizovtsova L. A. ORCID: 0000-0002-9614-4505.

Received: 09.10.2019 **Revision Received:** 18.11.2019 **Accepted:** 18.11.2019

For citation: Nikolaev A. E., Shapiev A. N., Blokhin I. A., Ramazanova D. M., Shapieva A. N., Gombolevsky V. A., Nizovtsova L. A. New approaches for assessing coronary changes in multi-layer spiral computed tomography. *Russian Journal of Cardiology*. 2019;24(12):124–130. (In Russ.)
doi:10.15829/1560-4071-2019-12-124-130

По данным Всемирной организации здравоохранения, одной из ведущих причин смертности населения в экономически развитых странах мира являются сердечно-сосудистые заболевания [1]. На фоне совершенствования методов и средств медикаментозного и хирургического лечения кардиологической патологии, все большее значение начинают приобретать скрининг и ранняя диагностика. Развитие методов скрининга является актуальной мультидисциплинарной задачей. Особое внимание уделяют разнообразным предикторам ишемической болезни сердца (ИБС): симптомам и синдромам, косвенно свидетельствующим о наличии поражений коронарных сосудов [2]. Для оценки сердечно-сосудистых рисков используются различные шкалы, и дискуссия об их эффективности и универсальности ведется очень активно [3-6].

ИБС — наиболее частая причина смертности и инвалидизации в индустриально развитых странах мира. Одним из известных предикторов ИБС является выраженность кальциноза коронарных артерий. Взаимосвязь между уровнем коронарного кальция и развитием острых состояний — осложнений сердечно-сосудистых заболеваний — показана в нескольких международных популяционных исследованиях [6].

Доказано, что определение степени кальциноза коронарных артерий позволяет более точно стратифицировать риск ИБС у некоторых категорий больных. Уровень коронарного кальция >300 ед. по шкале Агатстона повышает риск наличия ИБС, приравняя его к тяжелому [6].

При стратификации 5-летней общей смертности, кальциноз коронарных артерий играет значимую роль у лиц с умеренным риском [1]. В последние годы скрининг с оценкой индекса коронарного кальция рекомендуют проводить и у лиц с отсутствием симптомов риска ИБС [6]. Согласно данным литературы, проблеме скрининга коронарного кальциноза было уделено достаточное внимание и в нашей стране [7, 8]. В ряде исследований продемонстрирована прямая взаимосвязь выявляемости коронарного кальциноза со смертностью от ишемической болезни сердца в популяции [9, 10].

Согласно данным литературы, рядом авторов использована компьютерная томография (КТ) для исследования коронарного кальция как маркера субклинической ишемической болезни сердца и предиктора острых коронарных состояний [11, 12]. Для исследования коронарного русла на предмет кальцинированных, смешанных, твердых бляшек в рутинной практике выполняются КТ с ЭКГ-синхронизацией (для оценки первого типа бляшек), КТ-коронарография (для оценки всех типов бляшек).

Кальцификация коронарных артерий часто встречается на рутинной КТ, что является клинически важной случайной находкой [13].

Возможность применения скрининговой низкодозовой компьютерной томографии (НДКТ) органов

грудной клетки для раннего выявления клинически значимых изменений сердечно-сосудистой системы (в частности, коронарного кальция), отражена в работах зарубежных и российских авторов, доказав возможность оценки коронарного кальция [14-16]. Выявление кальциноза коронарных артерий целесообразно проводить в виде дополнительного обследования в рамках программ скрининга, используя либо визуальную оценку, либо, если это позволяет качество изображений, количественную оценку.

Алгоритмы подсчета коронарного индекса

В настоящее время широко используемыми методами оценки коронарного кальция являются оценка кальциевого индекса (КИ) по методике Агатстона, объемного КИ, массы фосфата кальция.

Кальциевый индекс по методике Агатстона, объемному КИ, массы фосфата кальция. Кальциевый индекс по методике Агатстона является методикой количественной оценки степени кальцификации коронарных артерий по результатам КТ сердца. Артур Агатстон в 1990г предложил данный стандартизованный подсчет КИ по сумме индексов на разных КТ срезах, равных произведению площади участка кальцификации в проекции коронарной артерии на фактор плотности [17].

$$\text{КИ} = (S_1 \times F_1) + (S_2 \times F_2) + (S_3 \times F_3) + \dots,$$

где: S — площадь кальцинации, F — фактор плотности.

Факторы плотности:

- Для кальцификатов плотностью 130-199 HU фактор плотности составляет 1.
- Для кальцификатов плотностью 200-299 HU фактор плотности составляет 2.
- Для кальцификатов плотностью 300-399 HU фактор плотности составляет 3.
- Для кальцификатов плотностью более 400 HU фактор плотности составляет 4.

В 1999г Rumberger JA, et al. представили классическую градацию тяжести кальциноза коронарных артерий у бессимптомных пациентов, которая также направляла дальнейшую тактику ведения пациента (табл. 1) [18].

Callister TQ, et al. в 1998г предложили алгоритм расчета объемного КИ (суммарный объем всех вокселей) — произведение объема одного вокселя на разных КТ срезах на все воксели с плотностью >130 HU [19]. Объемный КИ = $(V_1 \times N_1) + (V_2 \times N_2) + (V_3 \times N_3) + \dots$, где: V — объем кальцината, N — число вокселей с плотностью >130 HU.

Масса фосфата кальция была предложена в 1997г Yoon HC, и рассчитывается как сумма всех кальцинатов в проекции коронарных артерий, масса которых исчисляется, соответственно, в миллиграммах [20].

В последнее время все больше внимания уделяется элементам стандартизации описания, например, с использованием шкал оценки RADS (BI-RADS — для

Таблица 1

**Рекомендации по интерпретации полученных результатов исследования КИ
у бессимптомных пациентов (Rumberger JA, et al. [18])**

Коронарный индекс, ед.	Выраженность атеросклероза	Степень изменения коронарного русла	Риск развития коронарных событий	Клинические рекомендации
0	Нет атеросклеротических бляшек	Прогностическая ценность отрицательного результата >95%. Наиболее вероятно — интактные артерии	Очень низкий	Общие профилактические мероприятия
1-10	Минимальное количество атеросклеротических бляшек	Прогностическая ценность отрицательного результата >90%. Маловероятно наличие изменений	Низкий	Первичная профилактика сердечно-сосудистых заболеваний
11-100	Атеросклеротические бляшки присутствуют в незначительном количестве	Возможно наличие незначимых стенозов	Умеренный	Модификация факторов риска, контроль уровня холестерина, ежедневный прием антиагрегантов
101-400	Атеросклеротические бляшки присутствуют, степень их выраженности умеренная	Наличие гемодинамически незначимых стенозов очень вероятно, возможны гемодинамически значимые стенозы	Умеренно высокий	Активная модификация факторов риска, проведение нагрузочных тестов
>400	Выраженный атеросклероз коронарных артерий	Высокововероятно (>90%) наличие хотя бы одного гемодинамически значимого стеноза	Высокий	Очень активная модификация факторов риска. Проведение нагрузочных и стресс-тестов для выявления ишемии миокарда

Рис. 1. На данной КТ с ЭКГ-синхронизацией изображения, выполненной с целью скрининга коронарного кальция, визуализируется выраженная кальцинация левой передней нисходящей артерии >300 по индексу Агатстона. Так как поражена только одна артерия, то по CAC-DRS данному пациенту присваивается CAC-DRS A3/N1.

Рис. 2. На данной КТ с ЭКГ-синхронизацией изображения, выполненной с целью скрининга коронарного кальция, визуализируется мягкая кальцинация левой передней нисходящей артерии <100 по индексу Агатстона. Так как поражена только одна артерия, то по CAC-DRS данному пациенту присваивается CAC-DRS A1/N1.

описания молочных желез в скрининге рака молочной железы; Lung-RADS — для описания легочных узлов в скрининге рака легкого). Исходя из этих данных, для оценки коронарного кальция была разработана CAC-DRS: Coronary Artery Calcium Data and Reporting System, а для стандартизации интерпретации КТ-коронарографии Coronary Artery Disease — Reporting and Data System.

CAC-DRS: Coronary Artery Calcium Data and Reporting System

В 2018г Hecht HS, et al. предложена и использована для оценки коронарного кальция на КТ изображениях с/без ЭКГ-синхронизации шкала Coronary Artery Calcium Data and Reporting System (CAC-DRS).

Примечательно, что данная шкала привязана к рекомендательной части в плане медикаментозной терапии, несмотря на то, что авторы предлагают оценивать изображения как количественно, с использованием индекса Агатстона, так и качественно [21]. CAC-DRS рекомендована к использованию в клинической практике обществами SCCT (Society of Cardiovascular Computed Tomography) и STR (Society of Thoracic Radiology).

Доказано, что оценка степени кальциноза коронарных артерий позволяет более точно стратифицировать риск ИБС у определенных категорий больных. Уровень коронарного кальция >300 ед. по шкале Агатстона повышает риск ИБС, приравнивая его к тяжелому

Таблица 2

Рекомендации по интерпретации полученных результатов исследования КИ согласно CAC-DRS

CAC-DRS A — количественная оценка (A-индекс Агатстона)	Коронарный индекс, ед.	CAC-DRS V визуальная оценка (V-визуальная шкала)	Риск развития коронарных событий	Клинические рекомендации
A0	0	V0	Очень низкий	терапия статинами не рекомендована (исключая случаи семейной гиперхолестеринемии)
A1	1-99	V1	Умеренный	среднеинтенсивная терапия статинами
A2	100-299	V2	Умеренно высокий	средне-высокоинтенсивная терапия статинами + 81 мг ацетилсалициловой кислоты
A3	>300	V3	Высокий	высокоинтенсивная терапия статинами + 81 мг ацетилсалициловой кислоты

Рис. 3. Низкодозная компьютерная томография, выполненная с целью скрининга рака легкого. Визуализируется выраженная кальцинация левой передней нисходящей артерии. Так как поражена только одна артерия, то по CAC-DRS данному пациенту присваивается CAC-DRS V3/N1.

Рис. 4. На низкодозной компьютерной томографии, выполненной с целью скрининга рака легкого, визуализируется мягкая кальцинация левой передней нисходящей артерии. Так как поражена только одна артерия, то по CAC-DRS данному пациенту присваивается CAC-DRS V1/N1.

(рис. 1, 2) [6]. Данное пороговое значение в 300 ед. используется в системе оценки CAC-DRS, что отличает ее от предложенной Rumberger JA, et al. классической градации степени тяжести риска ИБС (табл. 2) [18].

Количество пораженных кальцинозом коронарных сосудов отмечается при помощи модификатора N (N=1-4), так как в исследовании MESA было отмечено, что это прогностически важная находка, особенно у обследуемых с КИ в диапазоне 1-300 [22-25]. Данную шкалу можно использовать и для оценки коронарного кальциноза при КТ, выполняемой в программе скрининга рака легкого (рис. 3, 4).

- CAC-DRS A — количественная оценка коронарного кальция по CAC-DRS.

- CAC-DRS V — качественная оценка коронарного кальция по CAC-DRS.

- ПКА — правая коронарная артерия.
- ЛКА — ствол левой коронарной артерии.
- ЛОА — левая огибающая артерия.
- ЛПНА — левая передняя нисходящая артерия (табл. 3).

Порядковая оценка коронарного кальция

Порядковая оценка, с использованием значения в целых числах, применяется для отражения общего

количества кальцинированных артерий в коронарном русле. Преимущество данной оценки заключается в меньшем количестве возможных значений, чем, например, при оценке по шкале Агатстона. Прогностическая ценность данного метода была оценена в скрининге рака легкого NLST [4] и нескольких других исследованиях. На момент публикации настоящей статьи отсутствовали результаты статистического анализа точности порядковой оценки коронарного кальция, поскольку дробные значения не могут быть напрямую сопоставлены с количественными показателями, полученными по методике Агатстона.

В соответствии с критериями визуальной оценки порядкового кальциевого индекса в четырех артериях (ствол левой коронарной артерии — ЛКА, левая передняя нисходящая артерия — ЛПНА, левая огибающая артерия — ЛОА, правая коронарная артерия — ПКА) присваиваются баллы 0, 1, 2 и 3 [26]. Коронарное русло разделено на 10 сегментов: по 3 сегмента в ЛПНА, ЛОА, ПКА, к которым добавлен ствол левой коронарной артерии, кальциноз которого оценивается максимум в 3 балла за счет короткой протяженности ствола.

При этом 1 балл — наличие обызвествления на протяжении <1/3 артерии, 2 балла — <2/3 артерии, 3 балла — >2/3 артерии. Баллы суммируются, риск

Таблица 3

Примеры описания полученных результатов исследования КИ согласно CAC-DRS

Описание по CAC-DRS A	Описание по CAC-DRS V	ИК	Пораженные артерии
CAC-DRS A0	CAC-DRS V0	0	-
CAC-DRS A1/N2	CAC-DRS V1/N2	1-99	ЛОА + ЛПНА
CAC-DRS A2/N3	CAC-DRS V2/N3	100-299	ПКА + ЛКА + ЛОА
CAC-DRS A3/N4	CAC-DRS V3/N4	>300	ПКА + ЛКА + ЛОА + ЛПНА

Таблица 4а

Классы и уровни доказательности оценки индекса коронарного кальция (ИКК)

Классы и уровни доказательности визуализации кальциноза коронарных артерий и аорты в протоколе исследования	
Класс I	• ИКК следует оценивать и описывать при проведении КТ ОГК, выполненной без контрастирования
Класс IIb	• Целесообразно оценить и описать кальцификацию грудного отдела аорты на всех КТ грудной клетки без контрастирования

Таблица 4b

Классы и уровни доказательности в отношении выбора методики оценки при КТ грудной клетки без контрастирования и ЭКГ синхронизации

Класс I	• Степень тяжести кальцинации должна быть оценена как: нет кальцинации, легкая, средняя и тяжелая
Класс IIa	• Целесообразно проводить порядковую оценку по всем КТ грудной клетки, выполненным без применения контрастирования и ЭКГ синхронизации
Класс IIb	• Целесообразно проводить оценку ИКК по методике Агатстона на всех КТ грудной клетки, выполненных без контрастирования и ЭКГ синхронизации. Рекомендации основаны на имеющихся данных и применимы к пациентам в возрасте старше 40 лет

Рис. 5. На данной КТ-коронарографии, выполненной пациенту со стабильной загрудинной болью, визуализируется незначительный стеноз до 25% левой передней нисходящей артерии. Так как поражена только одна артерия, то по CAD-RADS данному пациенту присваивается CAD-RADS 1, соответственно, дальнейшее дополнительное обследование не требуется.

Рис. 6. На данной КТ-коронарографии, выполненной пациенту со стабильной загрудинной болью, визуализируется средний стеноз кальцинированной бляшкой до 70%. Так как поражена только одна артерия, то по CAD-RADS данному пациенту присваивается CAD-RADS 3, соответственно, дальнейшее дополнительное обследование требуется в виде функциональных проб.

оценивается по сумме баллов нижеприведенным способом:

- 0 баллов — риск развития ИБС отсутствует;
- 1-3 балла — риск развития ИБС низкий;
- 4-5 баллов — риск развития ИБС умеренный;
- 6-12 баллов — риск развития ИБС высокий.

Порядковая оценка представляет собой полуколичественный компромисс между визуальной и количественной оценкой степени кальциноза, не требующей использования дополнительного программного обеспечения. Ниже представлены классы и уровни

доказательности при использовании порядковой оценки коронарного кальция (табл. 4а, 4b). Окончательное решение относительно выбора метода дополнительного обследования зависит от каждого конкретного клинического центра, где проводятся исследования, имеющихся сил и средств, а также клинических или научных целей.

Кальцификация грудного отдела аорты почти всегда обусловлена атеросклерозом, поэтому целесообразна визуальная оценка наличия и распространенности этих изменений, что требует целевых

Таблица 5

Система оценки пациентов со стабильной загрудинной болью CAD-RADS

CAD-RADS	Риск развития коронарных событий	Степень изменения коронарного русла	Клинические рекомендации
0	ИБС отсутствует	0% — стеноз отсутствует	Дальнейшее дополнительное обследование не требуется
1	Необструктивная ИБС	1-24% — минимальный стеноз	Дальнейшее дополнительное обследование не требуется
2	Необструктивная ИБС с минимальными проявлениями стеноза	25-49% — минимальный (необструктивный) стеноз	Дальнейшее дополнительное обследование не требуется
3	Обструктивная ИБС с умеренным стенозом (гемодинамически незначимым)	50-69% — средний стеноз	Показано выполнение функциональных проб
4A	Обструктивная ИБС с тяжелым стенозом (гемодинамически значимым)	70-99% — тяжёлый стеноз	Показано выполнение катетерной ангиографии или функциональных проб
4B		Стеноз ствола левой коронарной артерии >50% или стеноз 3 коронарных артерий (>70%)	Рекомендована катетерная ангиография
5	Обструктивная ИБС с тотальным поражением	100% (окклюзия) — тотальный стеноз	Рекомендована катетерная ангиография
N	ИБС не может быть исключена	—	Необходимо дообследование (дополнительный или альтернативный метод визуализации)

Таблица 6

Система оценки пациентов второй группы по CAD-RADS

CAD-RADS	Риск развития коронарных событий	Степень изменения коронарного русла	Клинические рекомендации
0	Развитие острого коронарного синдрома исключено	0% — стеноз отсутствует	Дальнейшее дополнительное обследование не требуется
1	Развитие острого коронарного синдрома исключено	1-24% — минимальный стеноз	Дальнейшее дополнительное обследование не требуется
2	Острый коронарный синдром маловероятен	25-49% — начальный (необструктивный) стеноз	Дальнейшее дополнительное обследование не требуется
3	Острый коронарный синдром возможен	50-69% — средний стеноз	Показано выполнение функциональных проб
4A	Острый коронарный синдром вероятен	70-99% — тяжёлый стеноз	Показано выполнение катетерной ангиографии или функциональных проб
4B		Стеноз ствола левой коронарной артерии >50% или стеноз 3 коронарных артерий (>70%)	Рекомендована катетерная ангиография
5	Острый коронарный синдром очень вероятен	100% (Окклюзия) — тотальный стеноз	Рекомендована катетерная ангиография
N	Острый коронарный синдром не может быть исключен	—	Необходимо дообследование (дополнительный или альтернативный метод визуализации)

исследований, в связи с тем, что имеющихся в настоящее время данных недостаточно для создания рекомендаций.

Coronary Artery Disease — Reporting and Data System (CAD-RADS)

Для КТ-коронарографии в 2016г группой авторов была разработана система оценки под названием Coronary Artery Disease Reporting and Data System (CAD-RADS) [27]. Данные рекомендации разработаны Society of Cardiovascular Computed Tomography (SCCT), the American College of Radiology (ACR) и the North American Society for Cardiovascular Imaging (NASCI) для двух типов клинических задач. Во-первых, рекомендации по оценке и тактике ведения пациентов со стабильной загрудинной болью. Во-вторых, рекомендации для пациентов с острой

загрудинной болью, низкой или средней степенью риска, негативный тропониновый тест, у которых ЭКГ либо не выполнялась, или оказалась без особенностей.

В основе данной шкалы оценки степени стеноза лежит классификация SCCT:

- 0 — стеноз отсутствует;
- 1 — стеноз менее, чем на 25% (рис. 5);
- 2 — стеноз 25-49%;
- 3 — стеноз 50-69% (рис. 6);
- 4 — стеноз 70-99%;
- 5 — окклюзия 100%.

Система оценки пациентов со стабильной загрудинной болью по CAD-RADS представлена в таблице 5.

Система оценки пациентов второй группы по CAD-RADS представлена в таблице 6.

Заключение

Кальциноз коронарных артерий в большинстве случаев коррелирует с наличием атеросклероза коронарных артерий. Последние рекомендации SAC-DRS по клинической интерпретации ИКК следует внедрить в клиническую практику для оценки бессимптомных пациентов и динамического контроля. Количественная оценка индекса коронарного кальция по данным SAC-DRS проста в использовании и позволяет оптимизировать ведение пациента. Качественную оценку SAC-DRS целесообразно внедрить в скрининг рака легкого, что привлечет внимание к самой распространенной случайной находке в скрининге рака легкого — коронарному кальцинозу и интерпретации его как степени риска ИБС.

Литература/References

- Chazova IE, Oshchepkova EV. The fight against cardiovascular diseases: problems and solutions at the present stage. Bulletin of Roszdravnadzor. 2015;5:7-10. (In Russ.) Чазова И.Е., Ощепкова Е.В. Борьба с сердечно-сосудистыми заболеваниями: проблемы и пути их решения на современном этапе. Вестник Росздравнадзора. 2015;5:7-10.
- Shelyakina PA, Margaryan AR, Sergeeva VS, et al. The prevalence of cardiovascular risk factors in students. Youth Innovation Bulletin. 2018;7(S1):101-2. (In Russ.) Шелякина П.А., Маргарян А.Р., Сергеева В.С., и др. Распространенность факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний у студентов. Молодежный инновационный вестник. 2018;7(S1):101-2.
- Arcadi T, Maffei E, Sverzellati N, et al. Coronary artery calcium score on low-dose computed tomography for lung cancer screening. World J. Radiol. 2014;6(6):381-7. doi:10.4329/wjr.v6.i6.381.
- Chiles C, Duan F, Gladish GW, et al. Association of coronary calcification and mortality in the National Lung Screening Trial: A comparison of three scoring methods. Radiology. 2015; 276(1):82-90. doi:10.1148/radiol.15142062.
- Azour L, Kadoch MA, Ward TJ, et al. Estimation of cardiovascular risk on routine chest CT: Ordinal coronary artery calcium scoring as an accurate predictor of Agatston score ranges. Journal of Cardiovascular Computed Tomography. 11(1):8-15. doi:10.1016/j.jcct.2016.10.001.
- Greenland P, Blaha MJ, Budoff MJ, et al. Coronary Calcium Score and Cardiovascular Risk. J Am Coll Cardiol. 2018;72(4):434-47. doi:10.1016/j.jacc.2018.05.027.
- Simonenko VB, Ekimovskikh AY, Dolbin IV. Coronary artery calcification — current state of the problem. Clinical medicine. 2013;91(4):11-5. (In Russ.) Симоненко В.Б., Екимовских А.Ю., Долбин И.В. Кальциноз коронарных артерий — современное состояние проблемы. Клиническая медицина. 2013;91(4):11-5.
- Sinityn VE, Ternovoi SK. The role of CT angiography of coronary arteries from a practical point of view: where are we today? Creative cardiology. 2007;1:2-25-31. (In Russ.) Синицын В.Е., Терновой С.К. Роль КТ-ангиографии коронарных артерий с практической точки зрения: где мы находимся сегодня? Креативная кардиология. 2007;1:2-25-31.
- Blair KJ, Allison MA, Morgan C, et al. Comparison of ordinal versus Agatston coronary calcifications scoring cardiovascular disease mortality in community-living individuals. Int. J. Cardiovasc. Imaging. 2014;30:813-8. doi:10.1007/s10554-014-0392-1.
- Hughes-Austin JM, Dominguez A, Allison MA, et al. Relationship of Coronary Calcium on Standard Chest CT Scans With Mortality. JACC Cardiovasc. Imaging. 2016;9(2):152-9. doi:10.1016/j.jcmg.2015.06.030.
- Kim SM, Chung MJ, Lee KS, et al. Coronary calcium screening using low-dose lung cancer screening: effectiveness of MDCT with retrospective reconstruction. AJR Am. J. Roentgenol. 2008;190:917-22. doi:10.2214/AJR.07.2979.
- National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion (US) Office on Smoking and Health. The Health Consequences of Smoking — 50 Years of Progress: A Report of the Surgeon General. Atlanta (GA): Centers for Disease Control and Prevention (US). 2014. PMID: 24455788.
- Pakdaman MN, Rozanski A, Berman DS. Incidental coronary calcifications on routine chest CT: Clinical implications. Trends Cardiovasc. Med. 2017;27:475-80. doi:10.1016/j.tcm.2017.04.004.
- Budoff MJ, Nasir K, Kinney GL, et al. Coronary artery and thoracic calcium on noncontrast thoracic CT scans: comparison of ungated and gated examinations in patients from the COPD Gene cohort. J Cardiovasc Comput Tomogr. 2011 Mar-Apr;5(2):113-8. doi:10.1016/j.jcct.2010.11.002.
- Pershina ES, Sinityn VE, Mershina EA, et al. Non-invasive FFR derived from standard acquired coronary computed tomography angiography (CTA) datasets (FFRCT) for the

Рекомендации CAD-RADS по оценке и дальнейшему ведению пациентов со стабильной или острой болью в груди облегчают интерпретацию результатов исследования врачами клинических специальностей.

Кроме того, SAC-DRS и CAD-RADS — основа для стандартизации, необходимой в обучении ординаторов и практикующих врачей, проведении научных исследований, аудите самых различных практик. Использование стандартизированных шкал оценки, в конечном итоге, должно привести к повышению качества медицинской помощи.

Конфликт интересов: все авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

- diagnosis of myocardial ischemia in patients with coronary artery disease (CAD): first data of clinical use. Comparison with invasive measurement. Medical imaging. 2018;22(2):47-55. (In Russ.) Першина Е.С., Синицын В.Е., Мершина Е.А., и др. Неинвазивная оценка фракционного резерва кровотока у пациентов с ишемической болезнью сердца по данным компьютерной томографии: первые результаты клинического применения. Сравнение с данными инвазивного измерения. Медицинская визуализация. 2018;22(2):47-55. doi:10.24835/1607-0763-2018-2-47-55.
- Nikolaev AE, Gomboleviskiy VA, Shapiev AN, et al. Random findings on lung cancer screening by low-dose computed tomography. Tuberculosis and lung diseases. 2018;96(11):60-8. (In Russ.) Николаев А.Е., Гомболеvisкий В.А., Шапиев А.Н., и др. Случайные находки при скрининге рака легкого методом низкодозной компьютерной томографии. Туберкулез и болезни легких. 2018;96(11):60-8. doi:10.21292/2075-1230-2018-96-11-60-67.
- Agatston AS, Janowitz WR, Hildner FJ, et al. Quantification of coronary artery calcium using ultrafast computed tomography. J. Am. Coll. Cardiol. 1990;15:827-32. doi:10.1016/0735-1097(90)90282-t.
- Rumberger JA, Brundage BH, Rader DJ, et al. Electron beam computed tomographic coronary calcium scanning: a review and guidelines for use in asymptomatic persons. Mayo Clin. Proc. 1999;74:243-52. doi:10.4065/74.3.243.
- Callister TQ, Cooil B, Raya SP, et al. Coronary artery disease: improved reproducibility of calcium scoring with an electron-beam CT volumetric method. Radiology. 1998;208:807-14.
- Yoon HC, Goldin JG, Greaser LE, et al. Interscan variation in coronary artery calcium calcification in a large asymptomatic patient population. Am. J. Roentgenol. 2000;174:803-9. doi:10.2214/ajr.174.3.1740803.
- Hecht HS, Cronin P, Blaha MJ, et al. Erratum to "2016 SCCT/STR guidelines for coronary artery calcium scoring of noncontrast noncardiac chest CT scans: a report of the society of Cardiovascular Computed Tomography and Society of Thoracic Radiology" [J. Cardiovasc. Comput. Tomogr. 11(2017):74-84]. J Cardiovasc Comput Tomogr. 2017;11(2):170. doi:10.1016/j.jcct.2017.02.011.
- Blaha MJ, Budoff MJ, Tota-Maharaj R, et al. Improving the CAC Score by Addition of Regional Measures of Calcium Distribution: Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis. JACC Cardiovasc Imaging. 2016;9(12):1407-16. doi:10.1016/j.jcmg.2016.03.001.
- Tota-Maharaj R, Joshi PH, Budoff MJ, et al. Usefulness of regional distribution of coronary artery calcium to improve the prediction of all-cause mortality. Am J Cardiol. 2015;115(9):1229-34. doi:10.1016/j.amjcard.2015.01.555.
- Williams M, Shaw LJ, Raggi P, Morris D, et al. Prognostic value of number and site of calcified coronary lesions compared with the total score. JACC: Cardiovasc Imaging. 2008;1(1):61-9. doi:10.1016/j.jcmg.2007.09.001.
- Ferencik M, Pencina KM, Liu T, et al. Coronary artery calcium distribution is an independent predictor of incident major coronary heart disease events: Results from the Framingham Heart Study. Circ Cardiovasc Imaging. 2017;10(10). doi:10.1161/CIRCIMAGING.117.006592.
- Shemesh J, Henschke CI, Shaham D, et al. Ordinal scoring of coronary artery calcifications on low-dose CT scans of the chest predicts deaths from cardiovascular disease. Radiology. 2010;257(2):541-8. doi:10.1148/radiol.10100383.
- Cury RC, Abbara S, Achenbach S, et al. CAD-RADS (TM) Coronary Artery Disease — Reporting and Data System. An expert consensus document of the Society of Cardiovascular Computed Tomography (SCCT), the American College of Radiology (ACR) and the North American Society for Cardiovascular Imaging (NASCI). Endorsed by the American College of Cardiology. Journal of cardiovascular computed tomography. 2016;10(4):269-81. doi:10.1016/j.jcct.2016.04.005.