

Диагностическая ценность низкодозной компьютерной томографии органов грудной клетки для расчета кальциевого индекса по сравнению со стандартной методикой и с результатами компьютерной томографии и селективной коронарографииЖуравлев К. Н.¹, Стяжкина О. В.¹, Васильева Е. Ю.³, Синицын В. Е.², Шпектор А. В.³

Цель. Кальциноз коронарных артерий является характерным признаком коронарного атеросклероза, который часто выявляется на компьютерной томографии (КТ) органов грудной клетки. Целью этого исследования является оценка возможности использования низкодозной КТ органов грудной клетки для подсчета кальциевого индекса (КИ) и сопоставление результатов с данными классического метода и данными КТ и селективной коронарографии (КАГ).

Материал и методы. 251 пациенту была выполнена низкодозная КТ органов грудной клетки и подсчет КИ. Оценивались совпадения между двумя методиками по абсолютным значениям КИ по Агатстону и по стратификации пациентов по пяти категориям риска ("нулевые" значения КИ были исключены из анализа). 80 пациентам была проведена КТ или селективная КАГ и результаты разделены на две группы по степени стенозирования коронарных артерий — <50% и ≥50%. Значения КИ, определенные по КТ органов грудной клетки, сопоставлены с результатами КАГ.

Результаты. У 79 пациентов (31%) КИ был равен 0 и они были исключены из дальнейшего анализа. Сопоставимость абсолютных значений КИ между двумя методами сканирования у остальных 172 пациентов оказалась очень высокой ($r=0,975$, $p<0,01$). Степень совпадения по стратификации пациентов по группам риска также оказалась высокой с коэффициентом сопряженности $k=0,846$. Специфичность расчетного КИ по сравнению с КАГ оказалась 97,5%, но при низкой чувствительности 43,6%, если принять условие, что выше значения КИ 400 стенозирование коронарных артерий будет значимым. При сопоставлении значений расчетного КИ с результатами КАГ статистически доказана взаимосвязь высоких значений КИ с наличием значимого стенозирования коронарных артерий: у 17 пациентов из 18 с $КИ>400$ было выявлено значимое стенозирование коронарных артерий, по сравнению с 22 пациентами из 52 из группы с $КИ 0-400$ ($p<0,01$).

Заключение. Исследование показало, что низкодозные КТ органов грудной клетки могут быть использованы для подсчета КИ и значения коррелируют с результатами КАГ.

Ключевые слова: кальциевый индекс, индекс коронарного кальция, кальциноз коронарных артерий, низкодозная КТ органов грудной клетки, ишемическая болезнь сердца.

Конфликт интересов: не заявлен.

¹ГБУЗ Городская клиническая больница им. И. В. Давыдовского Департамента здравоохранения города Москвы, Москва; ²ФГБОУ ВО Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва; ³ФГБОУ ВО Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова, Москва, Россия.

Журавлев К. Н.* — врач-рентгенолог, зав. отделением лучевой диагностики, ORCID: 0000-0003-1733-267X, Стяжкина О. В. — врач-рентгенолог, ORCID: 0000-0002-7331-4620, Васильева Е. Ю. — д.м.н., профессор, руководитель лаборатории атеротромбоза, кафедра кардиологии, ORCID: 0000-0002-6310-7636, Синицын В. Е. — д.м.н., профессор, зав. кафедрой лучевой диагностики, факультет фундаментальной медицины, ORCID: 0000-0002-5649-2193, Шпектор А. В. — д.м.н., профессор, зав. кафедрой неотложной кардиологии, ORCID: 0000-0001-6190-6808.

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author): kir232@mail.ru

ИБС — ишемическая болезнь сердца, КАГ — коронароангиография, КИ — кальциевый индекс, КТ — компьютерная томография, МСКТ — мультиспиральная компьютерная томография, НДКТ — низкодозная компьютерная томография, ОГК — органы грудной клетки, ССЗ — сердечно-сосудистые заболевания, ФШР — Фремингемская шкала риска, ЭКГ — электрокардиография, АСС/АНА — American College of Cardiology/American Heart Association, ESC — European Society of Cardiology, MESA — Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis.

Рукопись получена 04.11.2019

Рецензия получена 14.11.2019

Принята к публикации 15.11.2019



Для цитирования: Журавлев К. Н., Стяжкина О. В., Васильева Е. Ю., Синицын В. Е., Шпектор А. В. Диагностическая ценность низкодозной компьютерной томографии органов грудной клетки для расчета кальциевого индекса по сравнению со стандартной методикой и с результатами компьютерной томографии и селективной коронарографии. *Российский кардиологический журнал*. 2019;24(12):16–21
doi:10.15829/1560-4071-2019-12-16-21

The diagnostic value of low-dose chest computed tomography for calcium score determining compared with the standard method and the results of computed tomography and selective coronary angiographyZhuravlev K. N.¹, Styazhkina O. V.¹, Vasilieva E. Yu.³, Sinitsyn V. E.², Shpektor A. V.³

Aim. Coronary artery calcification is a characteristic of coronary atherosclerosis, which is often detected by chest computed tomography (CT). The aim of this study is to assess the efficiency of low-dose chest CT in calcium score (CS) determining and to compare it with conventional method and results of CT and selective coronary angiography.

Material and methods. A total of 251 patients underwent a low-dose chest CT and a CS determining. Coincidence between the two methods was evaluated by the absolute CS values and by stratification of patients into five risk categories ("zero" CS values were excluded from the analysis). Eighty patients underwent CT or selective coronary angiography and the results were divided into two groups

according to the degree of coronary stenosis — <50% and ≥50%. The CS values determined by chest CT are compared with the results of coronary angiography. **Results.** In 79 patients (31%), the CS was 0 and they were excluded from further analysis. The absolute CS values comparability between the two scanning methods in other 172 patients was very high ($r=0,978$, $p<0,05$). The coincidence in stratification of patients by risk groups was also high (contingency coefficient $k=0,846$). The CS specificity compared with coronary angiography was 97,5%, but with a low sensitivity of 43,6%, if the CS value is set to 400, above which coronary stenosis will be considered significant. In comparing CS values with results of CT, the relationship of high CS values with coronary stenosis, were statistically proved: in 17

patients from 18 with CS >400 significant coronary stenosis was detected, in comparison with 22 patients from 52 patients with a CS more than 400 ($p < 0,05$).

Conclusion. The research showed that low-dose chest CT can be used to determine CS. Studied values correlate with the results of coronary angiography.

Key words: calcium score, coronary calcium score, coronary artery calcification, low-dose chest, coronary artery disease.

Conflicts of Interest: nothing to declare.

¹I. V. Davydovsky City Clinical Hospital, Department of Health, Moscow; ²M. V. Lomonosov Moscow State University, Moscow; ³A. I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russia.

Zhuravlev K. N. ORCID: 0000-0003-1733-267X, Styazhkina O. V. ORCID: 0000-0002-7331-4620, Vasilieva E. Yu. ORCID: 0000-0002-6310-7636, Sinitsyn V. E. ORCID: 0000-0002-5649-2193, Spector A. V. ORCID: 0000-0001-6190-6808.

Received: 04.11.2019 **Revision Received:** 14.11.2019 **Accepted:** 15.11.2019

For citation: Zhuravlev K. N., Styazhkina O. V., Vasilieva E. Yu., Sinitsyn V. E., Shpektor A. V. The diagnostic value of low-dose chest computed tomography for calcium score determining compared with the standard method and the results of computed tomography and selective coronary angiography. *Russian Journal of Cardiology*. 2019;24(12):16–21. (In Russ.) doi:10.15829/1560-4071-2019-12-16-21

Кальциноз коронарных артерий является достаточно характерной находкой в современной популяции при выполнении компьютерной томографии (КТ) органов грудной клетки (ОГК), особенно у возрастных и курящих пациентов [1]. В 1990г Agatston AS, et al. [2] предложил стандартизованный метод оценки кальциноза коронарных артерий, названный его именем. Официальное признание значимости кальциевого индекса (КИ) произошло в 2010г с его включением в руководство ACC/AHA Guideline for Assessment of Cardiovascular Risk in Asymptomatic Adults и присвоением 2А класса рекомендаций [3]. В 2016г European Society of Cardiology (ESC) включило КИ во 2Б класс рекомендаций для оценки риска у бессимптомных пациентов, что было отражено в ESC Guidelines on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice [4]. КИ также является независимым предиктором риска больших коронарных событий: более чувствительным не только по сравнению с С-реактивным белком и толщиной интима-медиа сонных артерий, но даже по сравнению с Фремингемской шкалой риска (ФШР). Важным свойством оценки коронарного кальция является его высокая отрицательная прогностическая ценность. Различные исследования показали, что бессимптомные пациенты с нулевым уровнем КИ имеют очень низкий риск сердечно-сосудистых событий (ССЗ) или смертности (до 0,52%) от всех причин в среднесрочной и долгосрочной перспективе [5].

Несмотря на простоту выполнения и отсутствие противопоказаний, ограничениями метода являются воздействие ионизирующего облучения пациента, необходимость синхронизации с электрокардиографией (ЭКГ) и дополнительная стоимость исследований. Вышеуказанные свойства ограничивают использование КИ в качестве скринингового метода. С другой стороны, хорошо себя зарекомендовала низкодозная КТ (НДКТ) ОГК в качестве скринингового метода для раннего выявления рака легких и достаточно частой находкой при данном исследовании является кальциноз коронарных артерий.

Высокое практическое значение имеет возможность оценки коронарного кальция при выполнении

низкодозных КТ ОГК. При этом отсутствует необходимость проведения дополнительных сканирований с электрокардиографической (ЭКГ)-синхронизацией. Потенциал по скринингу ССЗ среди множества ежегодных исследований органов грудной клетки без дополнительного облучения пациентов, дополнительной стоимости или других ограничений со стороны пациентов, сложно переоценить [6].

Учитывая скрининговый потенциал КИ целью нашей работы было оценить диагностическую ценность подсчета КИ при низкодозных протоколах КТ ОГК, провести анализ полученных результатов в сравнении со стандартной методикой КИ по Агатстону с ЭКГ-синхронизацией, анализ результатов в отношении дозовой нагрузки, а также сопоставить данные с результатами КТ и селективной коронарографии (КАГ).

Материал и методы

В исследование были включены пациенты, которым за период с ноября 2017г по май 2019г выполнялись НДКТ ОГК и рассчитывался КИ.

Средний возраст пациентов составил $64,95 \pm 12,44$ лет. Количество мужчин составило 123 (49%).

Пациенты с коронарной реваскуляризацией в анамнезе или с имплантируемыми устройствами в грудной полости были в дальнейшем исключены из исследования. Все КТ исследования выполнены на 80-рядном компьютерном томографе Aquilion Prime (Toshiba, Япония). Областью сканирования при КТ ОГК являлась вся грудная клетка, а КИ с ЭКГ-синхронизацией — расстояние от бифуркации трахеи до верхушки сердца. При КИ по Агатстону проводилось проспективное сканирование с ЭКГ-синхронизацией в фазу 75% между зубцами R-R. Дозовая нагрузка учитывалась отдельно для КИ и КТ ОГК по показателям DLP, а для расчета эффективной дозы облучения использовался коэффициент 0,017. Параметры получения изображений и реконструкций отражены в таблице 1.

Дополнительно 80 пациентам была выполнена КТ или селективная КАГ. По результатам пациенты были поделены на 2 группы — со стенотическими измене-

Таблица 1

Параметры получения изображений КИ и НДКТ ОГК

Параметры	КИ с ЭКГ синхронизацией	НДКТ ОГК
ЭКГ-синхронизация	Да	Нет
Сканирование	Спиральное в фазу диастолы (75%) R-R цикла	Спиральное
Диапазон сканирования	Карина — верхушка сердца	Вся грудная клетка
Время вращения трубки, мс	0,23 (полоборота)	0,35
Коллимация	3,0 мм x 4	0,5 мм x 80
kV	120	120
mA	250	40-90
Модуляция силы тока	нет	да
Параметры реконструкции изображений для КИ		
Толщина срезов, мм	3	3
Расстояние между срезами, мм	3	3
Поле обзора (FOV), мм	220	250-300
Фактор реконструкции	FC12	FC12

ниями <50% просвета коронарной артерии и стенотическими изменениями >50% просвета артерии. Затем проводилось сопоставление результатов КИ по данным НДКТ с результатами КАГ.

Всем пациентам были разъяснены цели и задачи проводимых процедур с оформлением и подписанием согласия на проведение рентгенологических исследований и согласия на введения контрастного вещества.

КИ рассчитывался с помощью приложения “Са score” на рабочей станции Vitrea. Оценивались как абсолютные значения, так и их распределение по стратификационным группам риска, предложенные впервые Rumberger JA, et al. (1999) и отраженные в рекомендациях АНА/ACC 2013 Guideline on the Assessment of Cardiovascular Risk [7]: очень низкий риск (КИ=0), средний риск (1-100), умеренно высокий риск (101-400), высокий риск (401-1000), очень высокий риск (>1000).

Статистический анализ проводился после исключения нулевых значений КИ, которые по определению будут совпадать друг с другом при вычислении коэффициентов корреляции или составлении таблиц сопряженности.

Проведено сравнение сопоставимости значений КИ, полученных двумя методами — классическим КИ и по реконструкциям изображений НДКТ ОГК. КИ с ЭКГ-синхронизацией использовался как референтный метод.

Чувствительность и специфичность расчетного КИ по выявлению кальциноза коронарных артерий (КИ=0 vs КИ>0) оценивалась по отношению к классической методике. Для сравнения сопоставимости абсолютных значений, полученных двумя методами, применялся анализ по Спирмену для непараметрических критериев (r — коэффициент корреляции). Степень совпадения двух методов по отнесению полученных значений КИ по группам риска оценивалась

с помощью составления таблиц сопряженности и расчета коэффициента Коэна каппа k , — статистической меры соглашения для качественных (категорических) пунктов. При анализе степени совпадения исходили из следующей градации: значение каппа <0, нет совпадения; 0,0-0,20, слабое совпадение; 0,21-0,40, небольшое совпадение; 0,41-0,60, среднее совпадение; 0,61-0,80, хорошее совпадение; 0,81-1,00, почти идеальное совпадение.

Дополнительно проведена оценка чувствительности и специфичности метода расчетного КИ по сравнению с результатами селективной и КТ-КАГ. За верхнюю границу взято значение КИ 400 с предположением, что при КИ>400 коронарные артерии будут иметь стенотическое поражение $\geq 50\%$. Анализ совпадения значений расчетного КИ с данными КАГ проводился с помощью статистического метода χ^2 .

Уровень достоверности считался в 95% интервале.

Результаты

Количество пациентов с нулевым КИ составило 79 пациентов (31%): среди них у 34 (43%) мужчин и у 45 (57%) женщин. Среднее значение КИ составило $399,6 \pm 595,04$: у мужчин — $396 \pm 594,9$, у женщин — $401,9 \pm 596,005$.

Чувствительность метода подсчета КИ по НДКТ ОГК по сравнению со стандартной методикой составила 95%, специфичность — 99%. Коэффициент корреляции по значениям КИ, полученным с помощью двух методик получения изображений, оказался очень высоким и составил $r=0,975$ ($p<0,01$) (рис. 1).

Степень совпадения между двумя методами по отнесению пациентов в ту или иную группы риска оказалась достаточно высокой со значением коэффициента $k=0,846$ (практически идеальное совпадение). Распределение значений КИ в группы риска отражено в таблице 2.

Таблица 2

Общая таблица сопряженности по отнесению значений КИ в группы риска ($k=0,846$)

		Распределение значений расчетного КИ по группам					Всего
		0	1-100	101-400	401-1000	>1000	
Распределение значений классического КИ по группам	0	0	1	0	0	0	1
	1-100	10	52	2	0	0	64
	101-400	0	3	57	2	0	62
	401-1000	0	0	1	23	0	24
	>1000	0	0	0	1	20	21
Всего		10	56	60	26	20	172

Таблица 3

Сопоставление значений КИ с данными КТ и селективной КАГ

	Степень стенозирования <50%		Степень стенозирования \geq 50%	
	КАГ (КТ + селективных)	Из них селективных КАГ	КАГ (КТ + селективных)	Из них селективных КАГ
0	3		0	
1-100	26	3	4	
101-400	11	5	18	7
>400	1		17	7

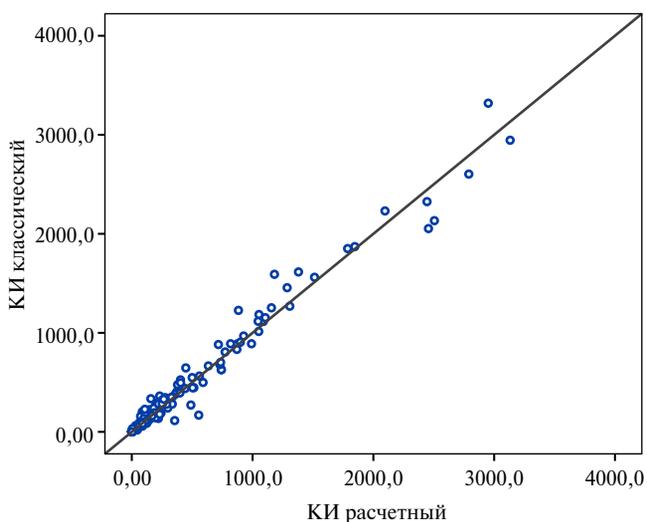


Рис. 1. Корреляционная зависимость значений КИ, рассчитанных по классической методике (ось X) и по реконструкциям изображений КТ ОГК (ось Y) ($r=0,975$).

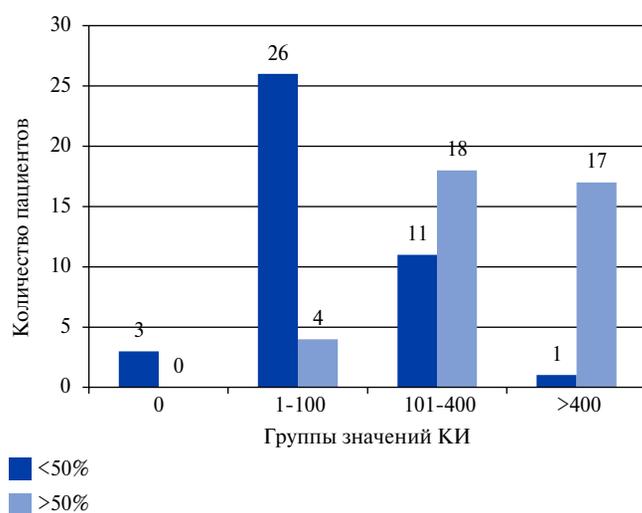


Рис. 2. Распределение результатов КТ и селективной КАГ по группам значений КИ.

В целом 20 (11,6%) пациентов было реклассифицировано в отличную от классической методики группу сердечно-сосудистого риска. Все несовпадения ограничивались соседней выше- или нижележащей группой сердечно-сосудистого риска: 15 случаев в нижележащую категорию и 7 случаев в вышележащую категорию. Количество несовпадений в группе стандартной КТ составило 19 случаев, а в группе НДКТ — 16 случаев. Средняя разница (Δ) между всеми не совпавшими значениями составила 70,75 с диапазоном 1-385.

Восьмидесяти пациентам из общей выборки в дальнейшем была выполнена КТ-КАГ (58) или селективная КАГ (22). По результатам пациенты были поде-

лены на 2 группы — со стенотическими изменениями <50% просвета коронарной артерии и стенотическими изменениями >50% просвета артерии. Чувствительность и специфичность расчетного КИ по сравнению с КАГ рассчитывалась исходя из предположения, что пациенты с $KI > 400$ будут иметь значимое стенотическое поражение коронарных артерий. Соответственно, специфичность расчетного КИ оказалась достаточно высокой (97,5%), однако при низкой чувствительности метода (43,6%). С помощью критерия χ^2 нами доказано, что распределение значений КИ относительно результатов КАГ не случайно и имеет статистически значимую зависимость (значение критерия χ^2 составляет 34,8 при критическом значении $\chi^2=9,21$ при

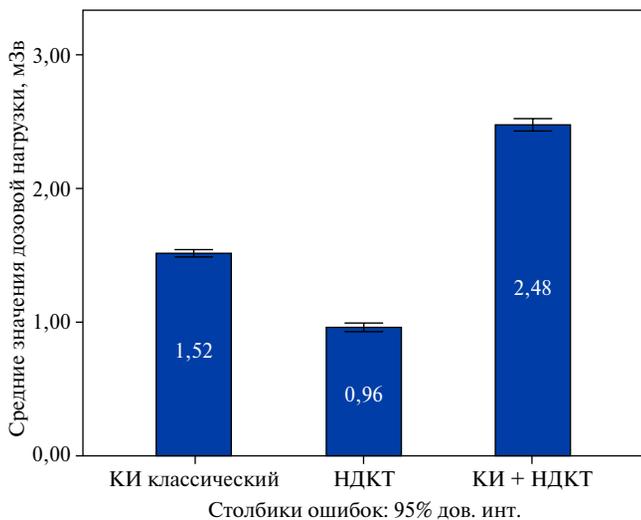


Рис. 3. Значения эффективных доз при выполнении различных типов исследования. Столбики ошибок: 95% дов. инт.

$p=0,01$, связь между признаками статистически значима при $p<0,01$). При построении таблицы сопряженности (табл. 3) видно, что в группе $КИ>400$ оказался только 1 пациент со стенозами $<50\%$ и 17 пациентов со значимой степенью стенозирования $>50\%$. Наоборот, в группе $КИ 0-100$ было 29 пациентов с незначимыми стенозическими изменениями коронарных артерий и только 4 — со значимыми стенозическими изменениями (рис. 2).

Средняя дозовая нагрузка при выполнении КИ составила $1,52\pm 0,22$ мЗв, при выполнении НДКТ ОГК — $0,96\pm 0,26$ мЗв. При выполнении КТ органов грудной клетки в сочетании с КИ средние дозовые показатели составили $2,48\pm 0,37$ мЗв. Статистически значимыми ($p<0,01$) оказались различия в дозовых нагрузках не только между КТ ОГК с КИ и без КИ, но также между дозовой нагрузкой при КИ с ЭКГ синхронизацией и НДКТ ОГК (рис. 3).

Обсуждение

Количество выполненных КТ ОГК растет из года в год по всему миру, в т.ч. за счет признания эффективности НДКТ в скрининге рака легкого. Однако ССЗ до сих пор занимают лидирующие места среди причин смерти и инвалидизации населения. В связи с этим выявление субклинического атеросклероза и таргетная превентивная терапия становятся новыми и актуальными задачами у пациентов без клинических проявлений или с неоднозначной симптоматикой. В последнее время большой интерес вызывает возможность подсчета КИ по обычным КТ ОГК без ЭКГ-синхронизации.

В нашем исследовании проведено сравнение абсолютных значений КИ, рассчитанных двумя методами: классическим КИ и по реконструкциям изображений НДКТ ОГК, и получена очень высокая корреляция ($r=0,975$). Это согласуется с данными

литературы [8]. Степень корреляции у разных авторов составляла от 0,83 до 0,98. Наиболее высокая степень совпадения с $r=0,96-0,98$ была описана в работах Budoff M, et al. [8] и Arcadi T, et al. [9].

В отличие от других авторов, особенность нашей работы заключалась в том, что перед анализом результатов были исключены все “нулевые” значения КИ, которые совпадали по данным двух методик подсчета. Доля нулевого КИ у нас составила около 31%. Это означает, что примерно в 31% случаев значения расчетного КИ будут совпадать со значениями КИ с ЭКГ синхронизацией. Поэтому в дальнейших расчетах проводился анализ результатов без учета нулевых значений для исключения заведомо достоверных совпадений.

В большинстве исследований [8-10] при окончательном подсчете учитывались пациенты с $КИ=0$, что необходимо для оценки чувствительности и специфичности метода, однако может повлиять на окончательное значение коэффициента корреляции. Так, в исследовании Wu MT, et al. [8] частота нулевого КИ составила 54%, а в исследовании Budoff M, et al. [8] — 34%, — при относительно небольшой выборке пациентов ($n=50$). В литературе только в одной из работ было указано, что при анализе результатов были исключены значения $КИ=0$ [10]. Однако Kim YK, et al. использовали визуальную оценку степени кальциноза на относительно небольшой выборке пациентов ($n=117$). В нашем случае при исключении из анализа пациентов с нулевым КИ степень корреляции осталась достаточно высокой.

Степень совпадения двух методов по отношению полученных значений КИ по группам риска оказалась также достаточно высокой с коэффициентов $k=0,846$. Общее число несовпадений наблюдалось только в 20 (11,6%) случаях со средней разницей между не совпавшими значениями $\Delta=70,75$ (1-385). Это подтверждает данные других исследователей [8] и оказалось гораздо выше, чем у Arcadi T, et al. [9], у которого процент несовпадения достигал 38%. Все случаи групповых несовпадений ограничивались соседней ниже- или вышележащей группой (5 случаев в вышележащую и 15 — в нижележащую).

Несовпадение по группам имеет важное значение в случае высокого $КИ>400$, поскольку пациенты из данной группы считаются потенциальными кандидатами на назначение превентивной липидснижающей терапии или назначение дополнительных методов исследования. Поскольку исследование показало тенденцию к недооценке абсолютных значений КИ и, соответственно, к групповому распределению, то существует вероятность, что пациенты с расчетным $КИ 100-400$, могут на самом деле относиться к группе с $КИ>400$. В нашей работе таких пациентов оказалось 2. Возможно, имеет смысл таким пациентам проводить КИ по стандартной методике с ЭКГ-синхронизацией, так как это может повлиять на дальнейшую

тактику ведения пациента. В метаанализе Xie X, et al. [8] указали, что КТ ОГК недооценивает высокие значения КИ. В нашем исследовании также подтверждается, что расчетный КИ занижает значения, по сравнению со стандартной методикой КИ.

Другим важным несопадением является указание на нулевой КИ при фактическом присутствии кальциноза коронарных артерий, который выявляется при классической методике КИ. Однако, как было уже отмечено ранее, даже при ошибочном указании на отсутствие кальциноза коронарных артерий пациент будет находиться в группе низкого риска, — примерно в диапазоне значений КИ 1-10. Подобные низкие значения КИ также указывают на низкий риск развития сердечно-сосудистых событий. Среднее ложноотрицательное значение КИ 2,5 (1-5) подтверждает это.

В нашем исследовании впервые проведено ретроспективное сопоставление значений расчетного КИ с результатами КТ или селективной КАГ. Следует отметить достаточно высокую специфичность (97,5%) метода по сравнению с КАГ, если предположить, что значение КИ >400 указывает на наличие значимого стенозирования коронарных артерий. Тем не менее, чувствительность остается достаточно низкой (43,6%). Кроме этого, доказана статистически значимая взаимосвязь между высоким значением КИ (>400) и наличием стенозического поражения коронарных артерий. Статистически доказано, что стеноз коронарных артерий >50% встречался гораздо чаще у пациентов с высокими значениями КИ (>400). А в группе пациентов со стенозом <50% значения КИ чаще оказывались в диапазоне 0-400.

Соотношение мужчин и женщин в нашем исследовании составило 43% и 57%, соответственно, с общим средним возрастом $64,9 \pm 12,4$ лет. В нашем исследовании значения КИ у мужчин и женщин статистически не различались, а “нулевой” КИ встречался у мужчин практически с такой же частотой, как и у женщин. Возможно, это связано с относительно небольшой выборкой пациентов, поскольку в большом популяци-

онном исследовании MESA [11] кальциноз коронарных артерий встречался чаще у мужчин.

При НДКТ ОГК средняя дозовая нагрузка составила 0,96 мЗв, что значительно ниже дозовой нагрузки стандартной КИ с ЭКГ-синхронизацией — 0,96 vs 1,51 ($p < 0,05$). Одним из преимуществ методики является снижение дозовой нагрузки на пациента при отсутствии необходимости выполнять дополнительное сканирование с ЭКГ-синхронизацией. Соответственно, можно предполагать, что выполнение НДКТ ОГК с последующим расчетом КИ эффективно как с точки зрения снижения дозовой нагрузки на пациента, так и получения диагностической информации. Более того, при классической методике КИ поле обзора ограничено областью сердца и не позволяет оценить состояние легочной ткани и грудной клетки в полном объеме. НДКТ ОГК с этой точки зрения обладает очевидным преимуществом.

Заключение

Значения КИ, рассчитанные по стандартной методике с ЭКГ-синхронизацией и по реконструкциям изображений НДКТ ОГК, сопоставимы друг с другом как по абсолютным значениям, так и по отношению группы значений КИ (0,1-100 и т.д.). Более того, впервые было показано, что данные расчетного КИ коррелируют с результатами КТ или селективной КАГ.

Эффективная дозовая нагрузка на пациента при НДКТ ОГК значительно ниже исследования КИ, проведенного по классической методике с ЭКГ-синхронизацией.

Расчетный КИ на основе изображений НДКТ ОГК можно использовать в качестве скринингового метода по оценке риска ССЗ наряду со скринингом рака легких при низкодозной КТ ОГК.

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

Литература/References

- Hecht HS, Cronin P, Blaha MJ, et al. 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 Thorac Imaging*. 2017;32,5:54-66. doi:10.1016/j.jcct.2016.11.003.
- Agatston AS, Janowitz WR, Hildner FJ, et al. Quantification of coronary artery calcium using ultrafast computed tomography. *J Am Coll Cardiol*. 1990;15,4:827-32. doi:10.1016/0735-1097(90)90282-t.
- Taylor AJ, Cerqueira M, Hodgson JM, et al. ACCF/SCCT/ACR/AHA/ASE/ASNC/NASCI/SCAI/SCMR 2010 appropriate use criteria for cardiac computed tomography. *J Am Coll Cardiol*. 2010;56:1864-94. doi:10.1016/j.jcct.2010.11.001.
- Piepoli MF, Hoes AW, Agewall S, et al. European Guidelines on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice. *Eur Heart J*. 2016;37,29:2315-81. doi:10.1093/eurheartj/ehw106.
- Greenland P, Blaha MJ, Budoff MJ, et al. Coronary Calcium Score and Cardiovascular Risk. *J Am Coll Cardiol*. 2018;72,4:434-44. doi:10.1016/j.jacc.2018.05.027.
- Chiles C, Duan F, Gladish GW, et al. NLST Study Team. Association of Coronary Artery 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.
- Goff Jr DC, Lloyd-Jones DM, Bennett G, et al. 2013 ACC/AHA guideline on the assessment of cardiovascular risk. *J Am Coll Cardiol*. 2014;63,25:2935-59. doi:10.1161/01.cir.0000437741.48606.98
- Xie X, Zhao Y, de Bock GH, et al. Validation and Prognosis of Coronary Artery Calcium Scoring in Nontriggered Thoracic Computed Tomography. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2013; 6,4:514-21. doi:10.1161/CIRCIMAGING.113.000092.
- 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.
- Kim YK, Sung YM, Cho SH, et al. Reliability analysis of visual ranking of coronary artery calcification on low-dose CT of the thorax for lung cancer screening: comparison with ECG-gated calcium scoring CT. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2014;30, Suppl 2:81-7. doi:10.1007/s10554-014-0507-8.
- Detrano R, Guerci AD, Carr JJ, et al. Coronary calcium as a predictor of coronary events in four racial or ethnic groups. *N Engl J Med*. 2008;358,13:1336-45. doi:10.1056/NEJMoa072100.