



Роль компьютерной томографии в оценке степени выраженности кальциноза и тяжести стеноза аортального клапана

©Б.Э. Гафси¹, А.В. Ширкин^{2*}, С.К. Терновой^{1,2}

¹Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет), Москва, Россия

²Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии им. акад. Е. И. Чазова, Москва, Россия

* А.В. Ширкин, Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии им. акад. Е. И. Чазова, 121552, Москва, ул. Академика Чазова, 15А, стр. 3, shirkin-ct@mail.ru

Поступила в редакцию 18 ноября 2025 г. Исправлена 26 февраля 2026 г. Принята к печати 4 марта 2026 г.

Резюме

Цель исследования: Изучить значение компьютерной томографии в определении степени кальциноза и тяжести стеноза аортального клапана.

Материалы и методы: Проведено обследование 118 пациентов, которым, согласно клиническим рекомендациям, была назначена транскатетерная имплантация аортального клапана. Все пациенты дали письменное информированное согласие на участие в исследовании. Они были распределены на 4 группы в зависимости от полного (группа соответствия) либо частичного (группа несоответствия) совпадения показателей тяжести аортального стеноза по результатам эхокардиографического обследования. Всем пациентам выполнена предоперационная нативная компьютерная томография сердца.

Результаты: Обнаружена положительная корреляция кальциевого индекса с пиковой скоростью кровотока и средним градиентом систолического давления на аортальном клапане: повышение кальциевого индекса сопровождалось ростом пиковой скорости и среднего градиента ($r=0,3465$ и $r=0,3242$, $p=0,0003$ и $p=0,0001$ соответственно). Показано, что увеличение кальциевого индекса приводит к снижению величины эффективной площади отверстия аортального клапана и индекса площади отверстия ($r=0,2446$ и $r=-0,2679$, $p=0,0076$ и $p=0,0034$ соответственно). Выявлены статистически значимые различия кальциевого индекса между группами тяжёлых форм стеноза и низкой средней градации стеноза ($p=0,0535$), а также умеренной формы аортального стеноза ($p=0,0231$).

Обсуждение: Значения кальциевого индекса аортального клапана существенно отличаются от общепринятых пороговых величин. Поиск оптимальных пороговых уровней тяжести кальциноза аортального клапана остаётся важной задачей.

Заключение: Компьютерная томография помогает точно определить степень тяжести стеноза аортального клапана, включая случаи низкоградиентного стеноза или показатели индексированной площади отверстия, не соответствующие тяжёлой форме заболевания.

Ключевые слова: компьютерная томография, транскатетерная имплантация аортального клапана, стеноз аортального клапана, кальциноз аортального клапана

Цитировать: Гафси Б.Э., Ширкин А.В., Терновой С.К. Роль компьютерной томографии в оценке степени выраженности кальциноза и тяжести стеноза аортального клапана. *Инновационная медицина Кубани*. 2026;11(2):24–31. <https://doi.org/10.35401/2541-9897-2026-11-2-24-31>

The Role of CT in Assessing the Degree of Aortic Valve Calcification and the Severity of Aortic Valve Stenosis

©Beha E. Gafsi¹, Andrey V. Shirkin^{2*}, Sergey K. Ternovoy^{1,2}

¹I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation

²National Medical Research Center of Cardiology after academician E. Chazov, Moscow, Russian Federation

* Andrey V. Shirkin, National Medical Research Center of Cardiology after academician E. Chazov, bldg. 3, 15a Akademika Chazova St., Moscow, 121552, Russian Federation, shirkin-ct@mail.ru

Received: November 18, 2025. Received in revised form: February 26, 2026. Accepted: March 4, 2026.

Abstract

Objective: To evaluate the role of computed tomography in determining the degree of calcification and the severity of aortic valve stenosis.



Material and methods: In total, 118 patients with an indication for transcatheter aortic valve implantation, in accordance with clinical guidelines, were enrolled. All patients provided written informed consent to participate in the study. They were divided into 4 groups, depending on complete (concordant group) or partial (non-concordant group) agreement of aortic stenosis severity parameters based on echocardiography data. All patients underwent preoperative non-contrast cardiac CT.

Results: A positive correlation was found between the calcium score and peak transvalvular flow velocity as well as the mean systolic pressure gradient across the aortic valve: increasing calcium score was associated with higher peak velocity and mean gradient ($r = 0.3465$ and $r = 0.3242$; $p = 0.0003$ and $p = 0.0001$, respectively). It was also demonstrated that an increase in the calcium score was associated with a reduction in the effective orifice area of the aortic valve and the indexed aortic valve area ($r = -0.2446$ and $r = -0.2679$; $p = 0.0076$ and $p = 0.0034$, respectively). Statistically significant differences in calcium score were observed between groups with severe aortic stenosis and those with low-gradient stenosis ($p = 0.0535$), as well as moderate aortic stenosis ($p = 0.0231$).

Discussion: The aortic valve calcium score values differ substantially from widely accepted threshold values. The identification of optimal threshold levels for grading the severity of aortic valve calcification remains a pressing issue.

Conclusion: Computed tomography enables accurate assessment of aortic valve stenosis severity, including cases of low-gradient stenosis or indexed aortic valve area values that do not correspond to severe disease.

Keywords: computed tomography, transcatheter aortic valve implantation, aortic valve stenosis, aortic valve calcification

Cite this article as: Gafsi BE, Shirkin AV, Ternovoy SK. The role of CT in assessing the degree of aortic valve calcification and the severity of aortic valve stenosis. 2026;11(2):24–31. <https://doi.org/10.35401/2541-9897-2026-11-2-24-31>

Введение

Транскатетерная имплантация аортального клапана (ТИАК) является эффективным методом лечения пациентов с тяжёлым аортальным стенозом. Несмотря на то, что изначально ТИАК применялась как метод коррекции тяжёлого аортального стеноза только у пациентов с высоким хирургическим риском, в последние годы эндоваскулярное протезирование аортального клапана стало использоваться у пациентов с умеренным и низким хирургическим риском [1]. Данные изменения говорят о развитии метода ТИАК и, как следствие, увеличении объёмов выполняемых операций и предоперационных исследований, в частности, методом компьютерной томографии (КТ).

Компьютерная томография играет важную роль в предоперационном планировании ТИАК. Данный

метод позволяет точно оценить размеры корня аорты, состояние аортального клапана и мест сосудистого доступа [2].

Известно, что существует прямая зависимость степени стеноза аортального клапана от тяжести его кальциноза [3]. В случае неоднозначного результата оценки тяжести стеноза аортального клапана по методу ЭхоКГ КТ может предоставить дополнительную информацию для подтверждения диагноза [4]. Используя метод Агатстона при оценке аортального клапана на этапе бесконтрастной КТ, можно оценить вероятность тяжёлого стеноза аортального клапана. Так, при значении кальциевого индекса ≥ 2000 для мужчин и ≥ 1200 для женщин тяжёлый аортальный стеноз считается вероятным, а при значении >3000 для мужчин и ≥ 1600 для женщин – очень вероятным [5–7] (рис. 1).

Несмотря на обозначенную градацию вероятности тяжёлого стеноза аортального клапана по данным КТ, поиск более точного порога вероятности тяжёлого и умеренного стеноза аортального клапана является актуальной задачей, особенно у пациентов в группе несоответствия критериям тяжести аортального стеноза по данным ЭхоКГ.

Цель исследования

Изучение роли КТ в оценке выраженности кальциноза и тяжести стеноза аортального клапана.

Материалы и методы

В ретроспективное одноцентровое исследование включены 118 пациентов, у которых на основании критериев клинических рекомендаций было принято решение о проведении ТИАК. От всех пациентов было получено письменное информированное согласие на участие в исследовании.

Были определены 4 группы пациентов в зависимости от полного (группа соответствия) или неполного (группа несоответствия) соответствия критериям тяжести аортального стеноза по данным ЭхоКГ.

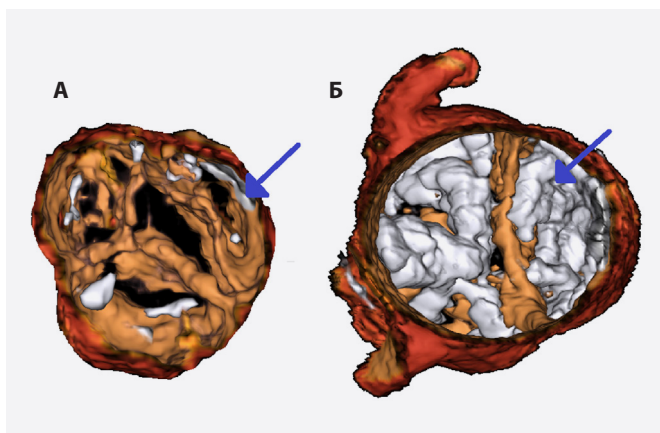


Рисунок 1. КТ сердца. Ортогональная проекция на уровне аортального клапана. Трёхмерная реконструкция. А – умеренный кальциноз аортального клапана (кальциевый индекс = 800 ед.). Б – выраженный кальциноз аортального клапана (кальциевый индекс = 3000 ед.). Синими стрелками указаны кальцинаты аортального клапана

Figure 1. Cardiac CT. Orthogonal projection at the level of the aortic valve. Three-dimensional reconstruction. A – moderate aortic valve calcification (calcium score = 800 units). B – severe aortic valve calcification (calcium score = 3000 units). Blue arrows indicate aortic valve calcifications

Обозначены две группы соответствия:

1. Умеренный аортальный стеноз: индекс площади отверстия (ИПО) АК > 0,6 см²/м², средний градиент АК < 40 мм рт. ст.;

2. Тяжёлый аортальный стеноз: ИПО АК ≤ 0,6 см²/м², средний градиент АК ≥ 40 мм рт. ст.

Определены две группы несоответствия:

1. Пациенты с низким средним градиентом: ИПО АК ≤ 0,6 см²/м², средний градиент АК < 40 мм рт. ст. (несоответствие индекса площади отверстия АК критериям умеренного аортального стеноза);

2. Пациенты с высоким средним градиентом: ИПО АК > 0,6 см²/м², средний градиент АК ≥ 40 мм рт. ст. (несоответствие ИПО АК критериям тяжёлого аортального стеноза).

Всем пациентам в качестве предоперационной подготовки для ТИАК выполнялась КТ на 640-срезовом компьютерном томографе с детектором шириной 160 мм Aquilion One (Canon, Япония). Протокол проведения КТ: напряжение на рентгеновской трубке составляло 100 кВ при индексе массы тела ≤ 30 кг/м² и 120 кВ при индексе массы тела ≥ 30 кг/м², ток на рентгеновской трубке достигал 400 мА, время полного оборота рентгеновской трубки – 0,275 с.

Оценка кальциноза аортального клапана проводилась в нативную фазу в объёмном режиме от уровня на 1 см выше корня аорты и до уровня диафрагмы при проспективной кардиосинхронизации с толщиной срезов 3 мм. Расчёт кальциевой нагрузки на аортальный клапан выполнялся полуавтоматически с помощью программного обеспечения Vitrea (Canon) (рис. 2).

Оцениваемыми параметрами кальциевой нагрузки на АК являлись: степень кальциноза АК (кальциевый индекс, КИ), выражаемая в единицах Агатстона (AU), индекс КИ, AU/м² (индексированный КИ) и плотность кальциноза АК, AU/см².

Анализ полученных данных выполнялся с использованием программного обеспечения Statistica версия 13.3 (TIBCO Software Inc., США). Для сравнения количественных показателей между группами использовался Т-критерий Стьюдента. Уровень статистической значимости был определён на уровне $p < 0,05$. Полученные результаты представлены в виде средних значений ($M \pm m$) с указанием доверительных интервалов и p -уровня достоверности.

Результаты

Распределение данных КТ и ЭхоКГ в группах тяжёлого и умеренного аортального стеноза (группы соответствия) представлено в таблице 1, в группах низкого среднего и высокого среднего градиентов (группы несоответствия) в таблице 2.

По данным КТ при оценке тяжести кальциноза в группе несоответствия было выявлено более вы-

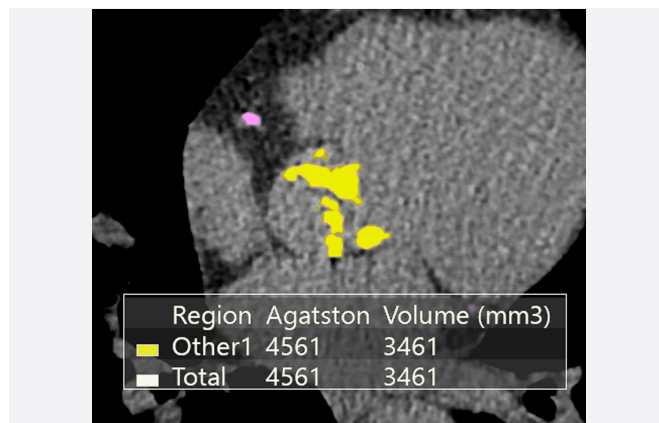


Рисунок 2. КТ сердца в нативном режиме. Аксиальная проекция на уровне корня аорты. Подсчёт кальциевого индекса методом Агатстона – жёлтым цветом выделен участок кальциноза аортального клапана, измерения проводятся в единицах Агатстона (Agatston) и объёме кальциноза (Volume)

Figure 2. Non-contrast cardiac CT. Axial view at the level of the aortic root. The aortic valve calcification was quantified using the Agatston method – areas of calcification are highlighted in yellow; measurements are expressed in Agatston units and calcification volume

раженное развитие кальциноза в подгруппе низкого среднего градиента как по уровню КИ, так и по уровню индекса КИ ($p=0,0360$ и $0,0436$ соответственно).

Определена зависимость результатов показателей ЭхоКГ от значения КИ (рис. 3).

Выявлена положительная корреляция кальциевого индекса, определённого по данным КТ, с пиковой скоростью кровотока и средним градиентом систолического давления на АК по данным ЭхоКГ: увеличение КИ напрямую связано с увеличением пиковой скорости и среднего градиента ($r=0,3465$ и $0,3242$, $p=0,0003$ и $0,0001$ соответственно). Также выявлено, что увеличение КИ ведёт к уменьшению значений ЭПО АК и ИПО АК ($r = -0,2446$ и $-0,2679$, $p=0,0076$ и $0,0034$ соответственно). Выявленная корреляция является статистически значимой ($p < 0,05$), но имеют слабую силу (коэффициент корреляции менее 0,5).

На рисунке 4 проведены полученные данные распределения значений КИ, плотности кальциноза и индекса КИ у пациентов с аортальным стенозом различной степени тяжести.

Выявлена статистически значимая разница в отношении выраженности кальциевого индекса между пациентами с тяжёлым стенозом и группой низкого среднего градиента ($p=0,0535$), а также группой умеренного аортального стеноза ($p=0,0231$). Аналогичные результаты были определены при сравнении плотности кальциноза в группах умеренного аортального стеноза и тяжёлого аортального стеноза ($p=0,0371$), а также индекса КИ в группах умеренного

Таблица 1
Результаты сравнения данных КТ и ЭхоКГ в группах тяжёлого и умеренного аортального стеноза (группы соответствия)

Table 1
Comparison of CT and echocardiography data in patients with severe and moderate aortic stenosis (concordant groups)

Клинические характеристики	Общее количество n=118		Тяжёлый аортальный стеноз n=78		Умеренный аортальный стеноз n=9	
	Среднее значение	Стандартное отклонение	Среднее значение	Стандартное отклонение	Среднее значение	Стандартное отклонение
Данные КТ						
КИ, AU	2958,99	1514,94	3233,4	1513,1	2041,7	834,2
Индекс КИ, AU/м ²	1602,90	844,07	1750,0	849,0	1084,8	513,1
Плотность кальциноза АК, AU/см ²	674,48	385,14	737,4	390,4	452,1	296,9
Данные ЭхоКГ						
ЭПО АК, см ²	0,71	0,26	0,62	0,15	1,09	0,13
ИПО АК, см ² /м ²	0,38	0,14	0,33	0,09	0,55	0,10
Пиковая скорость кровотока, м/с	4,30	0,72	4,62	0,46	3,36	0,25
Средний градиент систолического давления на АК, мм рт. ст.	47,35	16,05	55,06	12,53	29,67	5,96
Максимальный градиент систолического давления на АК, мм рт. ст.	75,10	23,88	86,45	18,61	45,78	6,59

Прим.: КИ – кальциевый индекс, АК – аортальный клапан, AU – Agatston Unit, ИПО – индекс площади открытия, ЭПО – эффективная площадь открытия

Note: КИ, calcium score; АК, aortic valve; AU, Agatston units; ИПО, indexed aortic valve area; ЭПО, effective orifice area

Таблица 2
Результаты сравнения данных КТ и ЭхоКГ в группах низкого среднего и высокого среднего градиентов (группы несоответствия)

Table 2
Results of comparison of CT and echocardiography data in the low mean and high mean gradient groups (discordant groups)

Клинические характеристики	Группа высокого среднего градиента n=4		Группа низкого среднего градиента n=27		p
	Среднее значение	Стандартное отклонение	Среднее значение	Стандартное отклонение	
Данные КТ					
КИ, AU	2286,3	1460,3	2571,6	1531,2	0,0360
Индекс КИ, AU/м ²	1229,9	717,5	1406,1	843,5	0,0436
Плотность кальциноза АК, AU/см ²	624,8	446,7	574,1	355,2	0,0704
Данные ЭхоКГ					
ЭПО АК, см ²	1,03	0,05	0,81	0,38	<0,0001
ИПО АК, см ² /м ²	0,55	0,06	0,44	0,20	<0,0001
Средний градиент систолического давления на АК, мм рт.ст.	52,00	13,14	30,26	8,36	<0,0001
Максимальный градиент систолического давления на АК, мм рт.ст.	81,50	18,41	51,15	14,23	<0,0001

Прим.: КИ – кальциевый индекс, АК – аортальный клапан, AU – Agatston Unit, ИПО – индекс площади открытия, ЭПО – эффективная площадь открытия

Note: КИ, calcium score; АК, aortic valve; AU, Agatston units; ИПО, indexed aortic valve area; ЭПО, effective orifice area

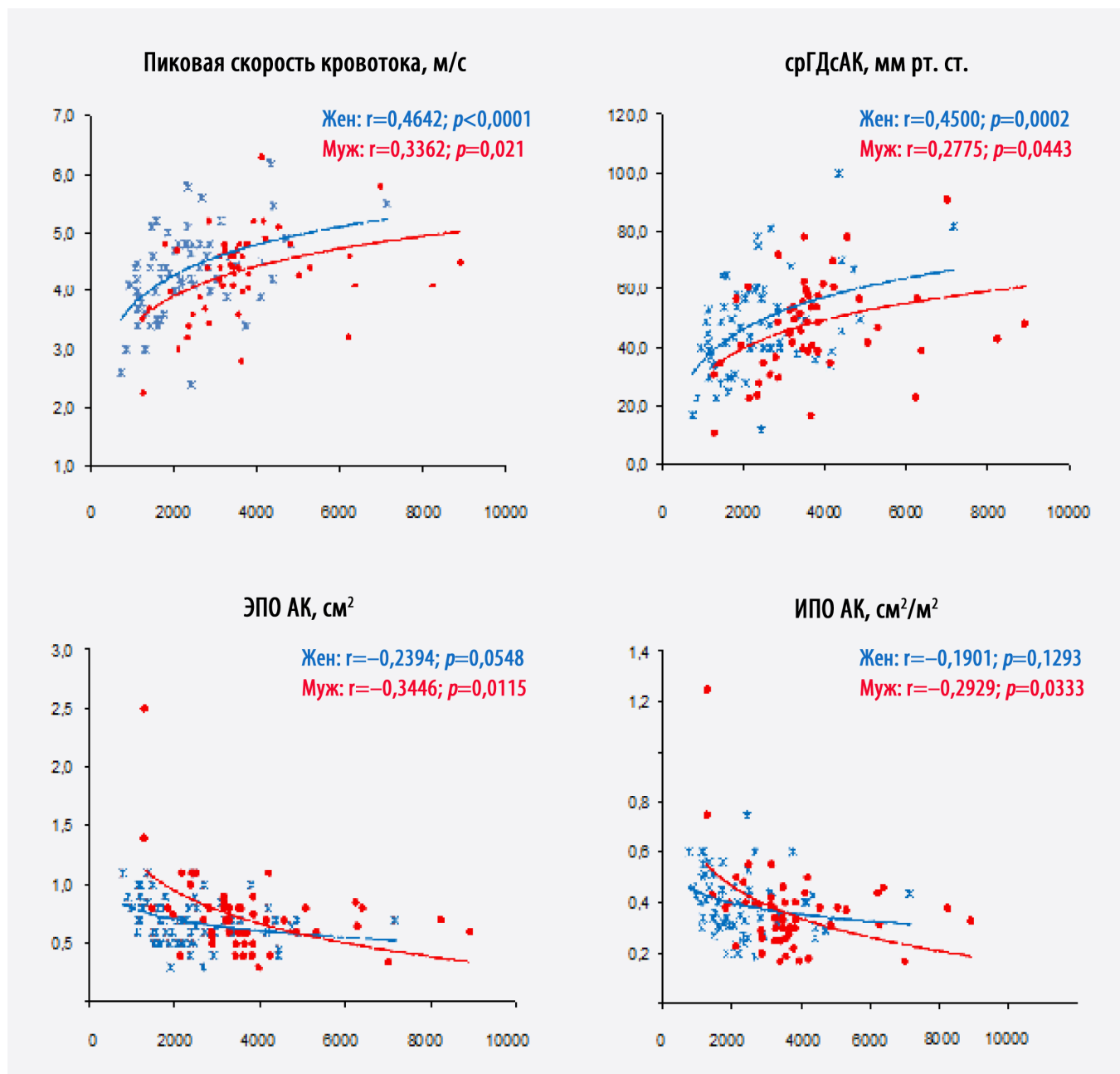


Рисунок 3. Корреляция между КИ по данным КТ и различными показателями ЭхоКГ. Синими точками и синей пунктирной линией обозначены результаты корреляции в женской группе, красными точками и красной линией – в мужской группе. Графики показывают положительную корреляцию кальциевого индекса с пиковой скоростью кровотока и средним градиентом систолического давления на аортальном клапане

Figure 3. Correlation between the calcium index based on CT and various echocardiographic parameters. Blue dots and blue dashed line indicate results in the female group, while red dots and red line indicate results in the male group. The graphs demonstrate a positive correlation of calcium score with peak transvalvular flow velocity and mean systolic pressure gradient across the aortic valve

аортального стеноза и тяжёлого аортального стеноза ($p=0,0242$). Остальные группы сравнения не продемонстрировали статистически значимых различий, что свидетельствует о сопоставимости значений кальциноза аортального клапана между группами с высоким и низким средним градиентом, а также с умеренным аортальным стенозом.

Значения КИ для мужчин с тяжёлым стенозом составляли $3955,1 \pm 1533,7$ AU, с умеренным стенозом –

$2127,4 \pm 492,5$ AU, для женщин с тяжёлым стенозом – $2614,9 \pm 1201,0$ AU, с умеренным – $1934,5 \pm 1226,6$ AU, различие между группами было статистически значимым ($p<0,05$), что указывает на достоверно более высокий уровень кальциноза у мужчин с тяжёлым аортальным стенозом. Плотность кальциноза и индекс КИ также были выше у мужчин в группе соответствия критериям тяжёлого аортального стеноза по сравнению с группой несоответствия ($p<0,05$).

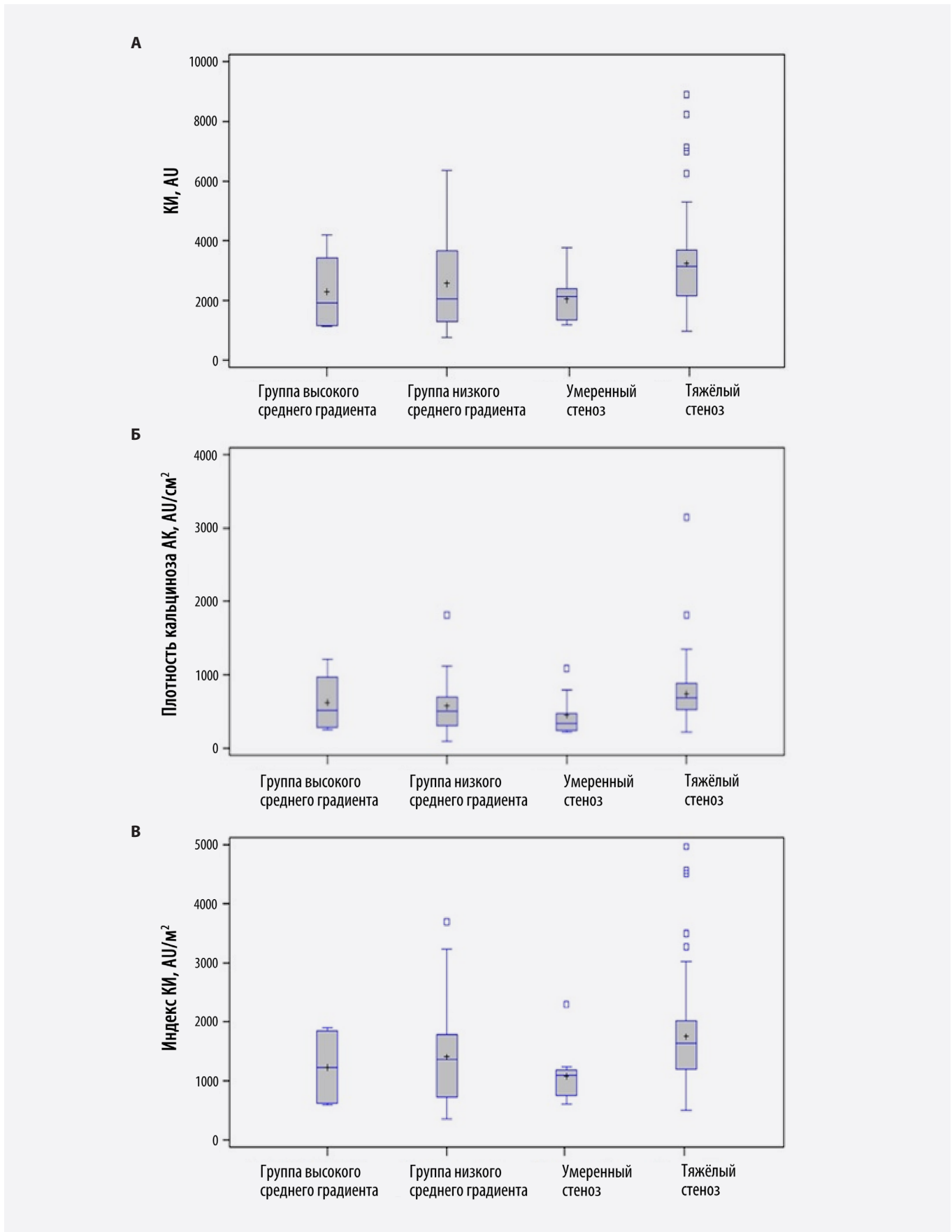


Рисунок 4. Распределение КИ (А), плотности кальциноза (Б) и индекса КИ (В) в группах аортального стеноза разной степени выраженности

Figure 4. Distribution of calcium score (A), calcification density (B), and calcium score index (C) in groups with varying degrees of aortic stenosis severity

Обсуждение

Компьютерная томография играет ключевую роль в планировании ТИАК, предоставляя точную информацию об анатомии корня аорты [8]. КТ является важным методом оценки тяжести аортального стеноза, особенно в случаях неоднозначных результатов метода ЭхоКГ. Существующие пороговые значения кальциевой нагрузки аортального клапана основаны на стандартных эхокардиографических критериях тяжести аортального стеноза. Однако у 30% пациентов с тяжёлым аортальным стенозом и недостаточной площадью раскрытия клапана (площадь раскрытия АК < 1,0 см²) наблюдается низкий градиент (< 40 мм рт. ст.), что говорит об отсутствии тяжёлого стеноза [9].

В ходе исследования мы определили среднее значение КИ у пациентов в различных группах аортального стеноза: максимальное значение кальциевого индекса определялось в группе тяжёлого аортального стеноза (группа соответствия) – 3233 ед., в то время как минимальное значение отмечалось в группе умеренного аортального стеноза (группа соответствия) – 2041 ед., и в группе высокого среднего градиента (группа несоответствия) – 2286 ед. Относительно низкое значение кальциевой нагрузки в группе высокого среднего градиента может объясняться тем, что у таких пациентов отсутствует выраженное сужение аортального отверстия (AVA в группе несоответствия > 1 см), которое напрямую зависит от тяжести кальциноза АК.

Полученные результаты кальциевого индекса аортального клапана отличались от установленных пороговых значений КИ. Так, у пациентов с тяжёлым аортальным стенозом средний результат КИ у мужчин составил 3955,1±1533,7 ед., у женщин 2614,9±1201,0 ед. (пороговые значения, установленные в рекомендациях ESC/EACTS – >3000 ед. у мужчин, >1600 ед. у женщин).

При этом ряд авторов отмечают, что в трети случаев определяется тяжёлый кальциноз АК у пациентов с умеренным аортальным стенозом (группа соответствия) [10]. Данное наблюдение может говорить о более сложных процессах зависимости тяжести аортального стеноза от выраженности кальциноза аортального клапана. Одним из объяснений может служить характер распределения кальцинозов в клапане, которые могут по-разному влиять на гемодинамику [11–13]. В связи с этим поиск более точных пороговых значений тяжести кальциноза аортального клапана остается актуальной темой исследования.

В работе Y. Katagiri и соавт. (2022) были получены аналогичные результаты, которые продемонстрировали прямую связь и положительную корреляцию выраженности кальциноза со средним градиентом давления на аортальном клапане и максимальной трансортальной скоростью, а также отрицательную корреля-

цию с эффективной площадью открытия аортального клапана и индексом площади открытия аортального клапана [14].

Наше исследование продемонстрировало достоверные различия в значениях КИ аортального клапана в зависимости от пола. Тяжёлый аортальный стеноз у мужчин был статистически значимо связан с большим значением КИ (3955,1±1533,7 ед.) по сравнению с женщинами (2614,9±1201,0 ед.). Наши результаты сопоставимы с данными ряда авторов, исследовавших гендерные особенности кальциноза аортального клапана [15, 16]. Существуют различные теории, объясняющие гендерную зависимость в развитии аортального кальциноза. Одной из них является гормональная, которая предполагает связь между тестостероном, факторами, стимулирующими остеогенез, и развитием выраженной кальцификации [17].

Заключение

Компьютерная томография играет важную роль в предоперационной подготовке перед ТИАК, позволяя окончательно установить тяжесть стеноза АК. Этот метод особенно ценен в случаях низкоградиентного стеноза или несоответствия между индексом площади открытия и тяжестью аортального стеноза.

Вклад авторов

Разработка концепции и дизайна исследования: Б.Э. Гафси, А.В. Ширкин

Проведение исследования: Б.Э. Гафси, А.В. Ширкин

Сбор, анализ и интерпретация данных: Б.Э. Гафси, А.В. Ширкин

Подготовка и редактирование текста: С.К. Терновой

Проведение статистического анализа: Б.Э. Гафси, А.В. Ширкин

Утверждение готовой версии: С.К. Терновой

Author contributions

Concept and design: Gafsi, Shirkin

Investigation: Gafsi, Shirkin

Acquisition, analysis, or interpretation of data: Gafsi, Shirkin

Manuscript drafting and revising: Ternovoy

Statistical analysis: Gafsi, Shirkin

Final approval of the version to be published: Ternovoy

Литература/ References

1. Логинова И.Ю., Каменская О.В., Прохорихин А.А. и др. Результаты эндоваскулярного лечения аортального порока сердца у пациентов промежуточного хирургического риска. *Российский кардиологический журнал*. 2018;(11):44-49. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2018-11-44-49>.
2. Loginova I.Yu., Kamenskaya O.V., Prokhorikhin A.A. et al. Results of endovascular treatment of aortic heart disease in patients with intermediate surgical risk. *Russian Journal of Cardiology*. 2018;(11):44-49. (In Russ.). <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2018-11-44-49>.
3. Chen X, Zhang B, Zhu Y, et al. Improved transcatheter aortic valve implantation for aortic regurgitation using a snare loop-assisted device: the first preclinical experience. *Eur J Clin Invest*. 2016;46(8):714-720. PMID: 27333215. <https://doi.org/10.1111/eci.12653>

3. Clavel MA, Pibarot P, Messika-Zeitoun D, et al. Impact of aortic valve calcification, as measured by MDCT, on survival in patients with aortic stenosis: results of an international registry study. *J Am Coll Cardiol*. 2014;64(12):1202-1213. PMID: 25236511. PMCID: PMC4391203. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2014.05.066>
4. Franccone M, Budde RPJ, Bremerich J, et al. CT and MR imaging prior to transcatheter aortic valve implantation: standardisation of scanning protocols, measurements and reporting—a consensus document by the European Society of Cardiovascular Radiology (ESCR). *Eur Radiol*. 2020;30(5):2627-2650. PMID: 31489471. PMCID: PMC7160220. <https://doi.org/10.1007/s00330-019-06357-8>
5. Baumgartner H Chair, Hung J Co-Chair, Bermejo J, et al. Recommendations on the echocardiographic assessment of aortic valve stenosis: a focused update from the European Association of Cardiovascular Imaging and the American Society of Echocardiography. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2017;18(3):254-275. PMID: 28363204. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jew335>
6. Zamorano J, Gonçalves A, Lancellotti P, et al. The use of imaging in new transcatheter interventions: an EACVI review paper. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2016;17(8):835-835af. PMID: 27311822. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jew043>
7. Vahanian A, Beyersdorf F, Praz F, et al. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J*. 2022;43(7):561-632. PMID: 34453165. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab395>
8. Попова А.Н., Лашевич К.А. Роль мультиспиральной компьютерной томографии в планировании TAVI у пациентов с аортальным стенозом. *Инновационная медицина Кубани*. 2024;(4-1):22.
Popova A.N., Lashevich K.A. The role of multislice computed tomography in planning TAVI in patients with aortic stenosis. *Innovative Medicine of Kuban*. 2024;(4-1):22.
9. Berthelot-Richer M, Pibarot P, Capoulade R, et al. Discordant Grading of Aortic Stenosis Severity: Echocardiographic Predictors of Survival Benefit Associated With Aortic Valve Replacement. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2016;9(7):797-805. PMID: 27209111. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2015.09.026>
10. Pawade T, Clavel MA, Tribouilloy C, et al. Computed Tomography Aortic Valve Calcium Scoring in Patients With Aortic Stenosis. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2018;11(3):e007146. PMID: 29555836. <https://doi.org/10.1161/circimaging.117.007146>
11. Ширкин А.В., Веселова Т.Н., Имаев Т.Э. и др. Оценка компьютерно-томографических критериев прогнозирования парапротезной регургитации после транскатетерной имплантации аортального клапана. *Сердечно-сосудистые заболевания. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН*. 2025;26(4):304-311. <https://doi.org/10.24022/1810-0694-2025-26-4-304-311>
- Shirkin A.V., Veselova T.N., Imaev T.E., Ternovoy S.K., Saidova M.A. Evaluation of computed tomography criteria for predicting paraprosthetic regurgitation after transcatheter aortic valve implantation. *The Bulletin of Bakoulev Center: Cardiovascular Diseases*. 2025; 26 (4): 304–311 (in Russ.). <https://dx.doi.org/10.24022/1810-0694-2025-26-4-304-311>
12. Веселова Т.Н., Ширкин А.В., Терновой С.К. и др. Компьютерная томография в оценке ранних постоперационных осложнений после транскатетерного протезирования аортального клапана. *REJR*. 2023;13(2):75-82. <https://doi.org/10.21569/2222-7415-2023-13-2-75-82>
- Veselova T.N., Shirkin A.V., Ternovoy S.K. et al. Computed tomography in the evaluation of early postoperative complications after transcatheter aortic valve replacement. *REJR*. 2023;13(2):75-82. (In Russ.). <https://doi.org/10.21569/2222-7415-2023-13-2-75-82>
13. Гафси Б.Э., Веселова Т.Н., Терновой С.К. и др. Компьютерная томография в оценке состояния корня аорты

у пациентов с критическим аортальным стенозом. *REJR*. 2023;13(4):101-109. <https://doi.org/10.21569/2222-7415-2023-13-4-101-109>.

Gafsi B.E., Veselova T.N., Ternovoy S.K. et al. Computed tomography in the evaluation of the aortic root in patients with critical aortic stenosis. *REJR*. 2023;13(4):101-109. (In Russ.). <https://doi.org/10.21569/2222-7415-2023-13-4-101-109>.

14. Katagiri Y, Yamasaki K, Hatanaka N, et al. Revisiting the Aortic Valve Calcium Score in Evaluating the Severity of Aortic Stenosis in Japanese Patients - A Single-Center Study. *Circ Rep*. 2022;4(6):274-284. PMID: 35774077. PMCID: PMC9168510. <https://doi.org/10.1253/circrep.cr-22-0035>

15. Tastet L, Ali M, Pibarot P, et al. Grading of Aortic Valve Calcification Severity and Risk Stratification in Aortic Stenosis. *J Am Heart Assoc*. 2024;13(15):e035605. PMID: 39023065. PMCID: PMC11964013. <https://doi.org/10.1161/jaha.123.035605>

16. Adrichem R, Hokken TW, Bouwmeester S, et al. Diagnostic Value of Aortic Valve Calcification Levels in the Assessment of Low-Gradient Aortic Stenosis. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2024;17(8):847-860. PMID: 38795109. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2024.03.014>

17. Барбараш О.Л., Кашталап В.В., Шибанова И.А. и др. Фундаментальные и прикладные аспекты кальцификации коронарных артерий. *Российский кардиологический журнал*. 2020;25(3S):4005. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2020-4005>.

Barbarash O.L., Kashtalap V.V., Shibanova I.A. et al. Fundamental and applied aspects of coronary artery calcification. *Russian Journal of Cardiology*. 2020;25(3S):4005. (In Russ.). <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2020-4005>

Сведения об авторах

Гафси Беха Эддин, аспирант кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии, Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет) (Москва, Россия). <https://orcid.org/0009-0000-1629-4670>

Ширкин Андрей Викторович, врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики, НМИЦ кардиологии им. акад. Е.И. Чазова (Москва, Россия). <https://orcid.org/0009-0004-3327-8778>

Терновой Сергей Константинович, д. м. н., профессор, академик РАН, заведующий кафедрой лучевой диагностики и лучевой терапии, Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет); главный научный сотрудник отдела томографии, НМИЦ кардиологии им. акад. Е.И. Чазова (Москва, Россия). 0000-0003-4374-1063

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Author credentials

Beha E. Gafsi, Postgraduate Student, Department of Radiation Diagnostics and Radiation Therapy, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Moscow, Russian Federation). <https://orcid.org/0009-0000-1629-4670>

Andrey V. Shirkin, Radiologist, Department of Radiation Diagnostics, National Medical Research Center of Cardiology after academician E. Chazov (Moscow, Russian Federation). <https://orcid.org/0009-0004-3327-8778>

Sergey K. Ternovoy, Dr. Sci. (Med.), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Radiation Diagnostics and Radiation Therapy, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University; Chief Researcher, Tomography Department, National Medical Research Center of Cardiology after academician E. Chazov (Moscow, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0003-4374-1063>

Conflict of interest: none declared.