

УДК: 616/12-005.4-036.8:004.942
Оригинальная статья / Original Article
<https://doi.org/10.21886/2219-8075-2026-17-2-52-58>

Прогнозирование риска гемодинамически значимых стенозов коронарных артерий на основе создания математической модели

И.Ф. Шлык¹, М.Н. Моргунов¹, М.В. Харитоновна¹, В.Я. Закурская¹, Г.О. Тренёва², Д.Ю. Беседина¹,
Г.В. Алимова¹

¹Ростовский государственный медицинский университет, Ростов-на-Дону, Россия

²Ростовская областная клиническая больница, Ростов-на-Дону, Россия

Автор, ответственный за переписку: Ирина Ф. Шлык, sushkinaif@mail.ru

Аннотация. Цель: разработка модели прогнозирования риска наличия гемодинамически значимого коронарного атеросклероза у пациентов с претестовой вероятностью ишемической болезни сердца (ПТВ ИБС) более 15%. **Материалы и методы:** у 56 пациентов, сопоставимых по полу и возрасту, с предполагаемым диагнозом «ИБС» проведены расчёт индекса коронарного кальциноза по методике Агатстона, оценка GLSavg и селективная коронароангиография. С помощью программы Statistica 12.0 (StatSoft, США), методом логистической регрессии разработана математическая модель для расчёта коэффициента К, позволяющего определить показания для селективной коронароангиографии. **Результаты:** пациенты исследуемых групп рандомизированы по уровню индекса Агатстона (I группа — 74,0±17,82 ЕД, II группа — 297,0±79,83 ЕД, III группа — 716,0±116,24 ЕД). Глобальная продольная деформация левого желудочка была значимо выше в I группе, во II и III группах данные не различались. Далее была разработана математическая модель для расчёта коэффициента К, где разграничительным уровнем оценки риска выявления гемодинамически значимого стеноза было значение 0,37. Диагностическая чувствительность составила 92,86%, специфичность — 89,29% (p<0,0001). **Заключение:** данное исследование демонстрирует значимость создания инструментов прогнозирования наличия гемодинамически значимых стенозов не только на основе структурных изменений коронарных артерий, к которым относится кальциноз, но и глобальной систолической функции левого желудочка.

Ключевые слова: претестовая вероятность ИБС, индекс Агатстона, глобальная продольная деформация левого желудочка, модель прогнозирования гемодинамически значимых стенозов коронарных артерий.

Финансирование. Статья выполнена в рамках государственного задания по научной теме: «Иммунологические и биохимические предикторы кальциноза коронарных артерий, патогенетическое обоснование тяжести его течения и создание инструментов прогнозирования сердечно-сосудистого риска» 1023022000034-7-3.1.3;3.2.4 от 31.05.2024 утверждённая Министерством здравоохранения РФ.

Для цитирования: Шлык И.Ф., Моргунов М.Н., Харитоновна М.В., Закурская В.Я., Тренёва Г.О., Беседина Д.Ю., Алимова Г.В. Прогнозирование риска гемодинамически значимых стенозов коронарных артерий на основе создания математической модели. *Медицинский вестник Юга России*. 2026;17(2):52-58. DOI 10.21886/2219-8075-2026-17-2-52-58.

Predicting the risk of hemodynamically significant coronary artery stenosis based on the development of a mathematical model

I.F. Shlyk¹, M.N. Morgunov¹, M.V. Kharitonova¹, V.Ya. Zakurskaya¹, G.O. Trenyova², D.Yu. Besedina¹,
G.V. Alimova¹

¹Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia

²Rostov Regional Clinical Hospital, Rostov-on-Don, Russia

Corresponding author: Irina F. Shlyk, sushkinaif@mail.ru

Abstract. Objective: to develop a model for predicting the risk of hemodynamically significant coronary atherosclerosis in patients with a pretest probability of coronary heart disease greater than 15%. **Materials and methods:** in 56 patients matched for age and gender with a presumed diagnosis of coronary artery disease, the coronary artery calcification index (CAI) was calculated using the Agatston method, GLSavg was assessed, and selective coronary angiography was performed. Using Statistica 12.0 (StatSoft, USA), a mathematical model was developed using logistic regression to calculate the K coefficient, which allows for determining the indications for selective angiography. **Results:** patients in the study groups were randomized based on the Agatston index as follows: group 1 — 74.0±17.82 U, group 2 — 297.0±79.83 U, group 3 — 716.0±116.24 U. Global longitudinal strain of the left ventricle was significantly higher in group 1 and did not differ between groups 2 and 3. A mathematical model was then developed to calculate the K coefficient, where the cutoff level for assessing the risk of detecting hemodynamically significant stenosis was 0.37. The diagnostic sensitivity was 92.86% and specificity 89.29% (p<0.0001). **Conclusion:** this study demonstrates the

importance of developing tools for predicting the presence of hemodynamically significant stenosis based not only on structural changes in the coronary arteries, including calcification, but also on global left ventricular systolic function.

Keywords: pretest probability of coronary artery disease, Agatston index, global left ventricular longitudinal strain, prediction model for hemodynamically significant coronary artery stenosis.

Financing. The article was performed within the framework of the state assignment on the scientific topic: “Immunological and biochemical predictors of coronary artery calcification, pathogenetic substantiation of the severity of its course and the creation of tools for predicting cardiovascular risk” 1023022000034-7-3.1.3; 3.2.4 dated 05/31/2024 approved by the Ministry of Health of the Russian Federation.

For citation: Shlyk I.F., Morgunov M.N., Kharitonova M.V., Zakurskaya V.Ya., Trenyova G.O., Besedina D.Yu., Alimova G.V. Predicting the risk of hemodynamically significant coronary artery stenosis based on the development of a mathematical model. *Medical Herald of the South of Russia*. 2026;17(2):52-58. DOI 10.21886/2219-8075-2026-17-2-52-58.

Введение

Бремя сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) в настоящее время остаётся на значительно высоком уровне не только в Российской Федерации, но и во всём мире. По данным отчетов службы Росстата, основной вклад в структуру общей смертности вносят сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ), в частности ишемическая болезнь сердца (ИБС), при динамическом снижении первого показателя, но сохранении на прежнем уровне второго. Так, в 2015 г. уровень смертности от ССЗ составил 48,73%, из них от ИБС — 53,1%, в 2023 г. — 46,15% и 53,4% соответственно¹. Представленные данные являются весьма неутешительными и свидетельствуют о недостаточном уровне ранней диагностики ИБС с последующим определением тактики ведения таких пациентов. С учётом актуальности данной проблемы активно разрабатываются и внедряются различные инструменты прогнозирования наличия ИБС, коронарного атеросклероза, кальциноза коронарных артерий [1]. Так, например, при первичном обращении пациента к кардиологу или терапевту, с жалобами или данными исследований, проводится оценка пациентов с претестовой вероятностью ишемической болезни сердца (ПТВ ИБС) с целью определения дальнейшей маршрутизации пациента и подтверждения или исключения ИБС. При этом факторами, которые повышают ПТВ ИБС, рекомендуется считать: факторы риска ССЗ (семейный анамнез ССЗ, дислипидемия, сахарный диабет, артериальная гипертензия, курение, ожирение), наличие зубца Q или изменения сегмента ST-T на ЭКГ, дисфункцию ЛЖ, изменения при нагрузочной ЭКГ и кальциноз коронарных артерий [2]. В свою очередь факторами, которые снижают ПТВ ИБС, рекомендуется считать: отрицательные результаты нагрузочной ЭКГ и отсутствие коронарного кальция при компьютерной томографии сердца (индекс Агатстона=0) [3]. В случае ПТВ ИБС <5% диагноз «ИБС» может быть исключён после первичного обследования, не обнаруживавшего факторов, повышающих ПТВ. ПТВ ИБС >15% является умеренной и требует проведения не только первичного обследования, но и дополнительных специфических методов диагностики ИБС. ПТВ ИБС 5–15% в целом обеспечивает хороший прогноз, но при наличии дополнительных клинических факторов, повышающих вероятность ИБС, или явных симптомов после проведения первичного обследования может потребовать выполнения

дополнительного специфического обследования. Если говорить о дополнительных методах верификации ИБС, стоит отдавать предпочтение информативным, менее инвазивным и доступным для широкого применения в первичном звене здравоохранения. Так, например, включение коронарного кальциноза в перечень факторов, повышающих вероятность наличия ИБС, обосновано различными исследованиями. Связано это прежде всего с тем, что наличие кальциноза коронарных артерий является отражением анатомической тяжести коронарного атеросклероза, маркером выраженных коморбидных состояний и, возможно, дополнительным маркером клинической тяжести и неблагоприятного исхода заболевания [4]. В исследовании CONFIRM (n=3217) у бессимптомных пациентов было показано, что превышение уровня коронарного кальция более 100 ЕД, свидетельствовало о наличии коронарного атеросклероза, как обструктивной (стеноз более 50%), так и необструктивной формы в 87% случаев, в то время как в группе пациентов с коронарным кальцием менее 100 ЕД, коронарный атеросклероз встречался у 43% пациентов. Однако у пациентов с коронарным кальцинозом более 400 ЕД, прогностическая ценность данного показателя снижалась [5]. Ещё одним фактором, позволяющим предположить у пациента наличие ИБС, является снижение продольной систолической деформации левого желудочка (GLSavg). Суть метода заключается в измерении деформации левого желудочка во время систолы, а именно укорочение, сжатие и скручивание вокруг своей продольной оси, вследствие чего каждый его участок претерпевает продольную, радиальную и циркулярную деформации. Деформация миокарда сопровождается изменением расстояния между его близлежащими точками, что позволяет дать количественную оценку деформации при сравнении расстояния между точками в начале и конце систолы. В настоящее время «золотым стандартом» оценки деформации миокарда служит speckle-tracking эхокардиография — технология отслеживания серого пятна. С помощью этой технологии можно получить оценку продольной систолической деформации различных регионов миокарда и соотнести с зоной кровоснабжения миокарда той или иной коронарной артерией [6]. В различных исследованиях было показано снижение GLSavg, у пациентов с гемодинамически значимым стенозом коронарных артерий, подтверждающей наличие ИБС. Однако прогностическая ценность оценки только продольной систолической деформации в покое в этих исследованиях оказалась

¹ Здравоохранение в России. 2025: Стат.сб./ Росстат. - М., 2025. - 149 с.

Таблица / Table 1

Характеристика групп (составлено авторами)
Characteristics of groups (compiled by the authors)

Показатель <i>Indicator</i>	I группа, <i>Group 1</i> n=15	II группа, <i>Group 2</i> n=21	III группа, <i>Group 3</i> n=20	p мн. p pl.
<i>Гендерно-возрастная характеристика / Gender and age characteristics</i>				
Возраст, годы <i>Age, years</i>	61,7±2,4	63,3±1,3	65,2±1,03	0,64
Пол, n (%) <i>Gender, n (%)</i>	Мужчины / <i>Male</i>	12 (57,1)	12 (60)	0,19
	Женщины / <i>Female</i>	7 (46,6)	8 (40)	
<i>Данные анамнеза / Anamnesis data</i>				
Сахарный диабет, n (%) <i>Diabetes mellitus, n (%)</i>	3 (20)	4 (19,04)	6 (30)	0,49
Ожирение, n (%) <i>Obesity, n (%)</i>	7 (46,6)	6 (28,5)	10 (50)	0,58
ХОБЛ, n (%) <i>COPD, n (%)</i>	4 (26,6)	4 (19,04)	5 (25)	0,82
Артериальная гипертензия, n (%) <i>Hypertension, n (%)</i>	15 (100)	21 (100)	20 (100)	0,74
Дислипидемия, n (%) <i>Dyslipidemia, n (%)</i>	13 (86,6)	20 (95,2)	17 (85)	0,65
<i>Лечение / Treatment</i>				
Бета-адреноблокаторы, n (%) <i>Beta-blockers, n (%)</i>	10 (66,6)	14 (66,6)	18 (90)	0,65
Антагонисты кальция, n (%) <i>Calcium antagonists, n (%)</i>	8 (53,3)	10 (47,6)	7 (35)	0,48
Ингибиторы ангиотензин-превращающего фермента, n (%) <i>Angiotensin-converting enzyme inhibitors, n (%)</i>	10 (66,6)	12 (57,1)	14 (70)	0,94
Блокаторы рецепторов ангиотензина II, n (%) <i>Angiotensin II receptor blockers, n (%)</i>	5 (33,3)	9 (42,8)	6 (30)	0,84
Диуретики, n (%) <i>Diuretics, n (%)</i>	3 (20)	5 (23,8)	4 (20)	0,72
Ацетилсалициловая кислота, n (%) <i>Aspirin, n (%)</i>	5 (33,3)	10 (47,6)	12 (60)	0,35
Статины, n (%) <i>Statins, n (%)</i>	9 (60)	18 (85,7)	14 (70)	0,21
Ингибиторы абсорбции холестерина, n (%) <i>Cholesterol absorption inhibitors, n (%)</i>	4 (26,6)	4 (19,1)	6 (30)	0,36

Примечание: p мн. — критерий p при множественном сравнении групп.

Note: p pl. — p-test for multiple comparison of groups.

невысокой (площадь под кривой ошибок AUC колебалась от 0,67–0,75) [7, 8]. Таким образом, оценка индекса коронарного кальция, GLSavg, являются информативными методами, но не обладающими высокой предсказательной специфичностью в выявлении гемодинамически значимого атеросклероза и ИБС. В связи с этим можно предположить, что оценка каждого фактора, который повышает вероятность наличия ИБС и клинически значимого коронарного атеросклероза играет меньшую роль, чем оценка их в совокупности.

Цель исследования — создание модели прогнозирования риска наличия гемодинамически значимого

коронарного атеросклероза у пациентов с ПТВ ИБС более 15%.

Материалы и методы

Данное исследование проводилось в ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава России в рамках государственного задания Минздрава России. В исследование были включены пациенты с ПТВ ИБС более 15%, что требовало проведения дополнительных диагностических тестов. Разработка модели прогнозирования риска наличия гемодинамически значимого коронарного атеросклероза у пациентов с ПТВ ИБС основывалась на проведении сравнительного анализа уровня коронарного

Таблица / Table 2

Клинико-инструментальная характеристика групп (составлено авторами)
Clinical and instrumental characteristics of the groups (compiled by the authors)

Показатель Indicator	I группа, Group 1 n=15	II группа, Group 2 n=21	III группа, Group 3 n=20	p
ПТВ ИБС, % Pretest probability of coronary artery disease, %	16,3±1,3	17,3±1,2	21,2±1,8	$p_{1-2}=0,07$ $p_{1-3}=0,04$ $p_{2-3}=0,08$
Индекс Агатстона, ЕД Agatston index, U	74,1±17,8	297,3±79,8	716,4±116,24	$p_{1-2}<0,000001$ $p_{1-3}<0,000001$ $p_{2-3}<0,000001$
GLSavg, %	20±1,43	17,3±4,03	16,3±2,5	$p_{1-2}=0,01$ $p_{1-3}=0,01$ $p_{2-3}=0,07$
Стеноз коронарных артерий >50%, n (%) Coronary artery stenosis >50%, n (%)	0	13 (61,9)	15 (75)	$p_{1-2}=0,0005$ $p_{1-3}=0,000088$ $p_{2-3}=0,731094$

кальциноза и продольной систолической деформации левого желудочка у пациентов в трёх группах, рандомизированных по уровню индекса Агатстона и риску ишемической болезни сердца. При проведении мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) коронарных артерий и аорты, выполнена синхронизация с ЭКГ (спиральный компьютерный томограф Revolution EVO, GE Healthcare). Оценка коронарного кальция (КК) и расчёт индекса Агатстона проведены с помощью программного приложения для расчёта коронарного кальция SmartScore. Кроме МСКТ, с целью разработки прогностического инструмента, в работе применялась оценка GLSavg в процентах методом ультразвукового исследования сердца и ЭКГ синхронизацией с использованием матричного секторного датчика M5S (1,5-4,6 MHz) на аппарате Vivid E9 (GE, Healthcare) как показателя, повышающего не только риск наличия ИБС, но и гемодинамически значимых стенозов. GLSavg имеет отрицательное значение, в нашем исследовании значение взято по модулю. Далее, при наличии клинических показаний пациентам выполняли селективную коронароангиографию и проводили сопоставление полученных результатов. Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом 08.02.2024г. №3/24. Перед включением в исследование пациенты подписали добровольное информированное согласие. В исследовании приняли участие 56 пациентов обоего пола, они были распределены по уровню индекса коронарного кальциноза на три группы. I группу составили пациенты с уровнем коронарного кальциноза в диапазоне умеренного риска 11–100 ЕД, II группу — пациенты высокого риска (101–400 ЕД), III группу — пациенты очень высокого риска наличия стенозов коронарных артерий и развития сердечно-сосудистых осложнений ≥ 401 ЕД. Характеристика групп представлена в таблице 1. Она отражает отсутствие отличий по среднему возрасту, гендерному соотношению, наличию сопутствующих заболеваний и принимаемой терапии.

Статистический анализ результатов исследования проводили с применением программы Statistica 12.0 (StatSoft, США). Количественные показатели

представлены в виде среднего значения и стандартной ошибки средней величины. Множественное сравнение по трём группам осуществлено в случае количественных показателей с помощью непараметрического дисперсионного анализа (по критерию Краскела – Уоллиса) и при анализе частотных характеристик с помощью метода таблиц сопряженности по критерию Хи квадрат Пирсона с поправкой Мантеля – Хэнзеля. Нормальность распределения значений в выборках проверяли по критерию Шапиро – Уилка. Парное сравнение между группами проведено по критерию Манна – Уитни (в случае количественных величин) и критерия Хи-квадрат Пирсона с непараметрической поправкой Йетса (в случае частотных величин) с учётом поправки на числа сравниваемых пар. Корреляционный анализ проведён по коэффициенту корреляции Пирсона. В последующем на основании полученных данных методом логистической регрессии получено математическое выражение для расчёта коэффициента К, позволяющего объективизировать необходимость выполнения селективной коронароангиографии у пациентов с кальцинозом коронарных артерий с целью своевременного выявления гемодинамически значимых стенозов и проведения реваскуляризации.

Результаты

При проведении клинико-инструментальных исследований установлено, что индекс ПТВ ИБС во всех исследуемых группах был более 15%, что позволило включить пациентов в исследование. Пациенты исследуемых групп рандомизированы по уровню индекса Агатстона (I группа — 74,0±17,82 ЕД, II группа — 297,0±79,83 ЕД, III группа — 716,0±116,24 ЕД). При проведении сравнительного анализа ПТВ ИБС в группе с наибольшим уровнем коронарного кальциноза была статистически значимо выше, при сравнении с I группой и не отличалась от II группы. Отмечается статистически значимо меньшее значение индекса Агатстона как суммарного показателя

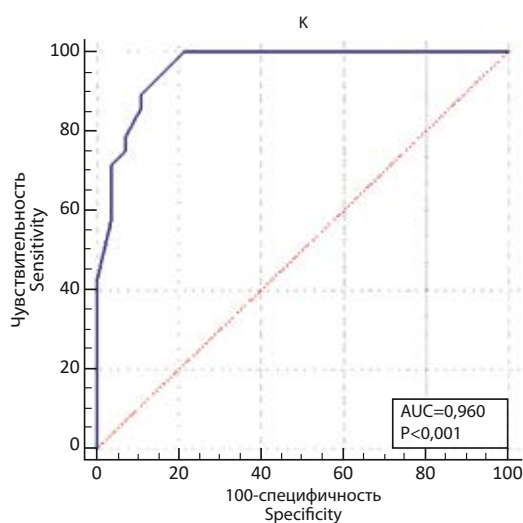


Рисунок 1. ROC-кривая соотношения чувствительности и специфичности для коэффициента К при оценке показаний для проведения коронароангиографии (составлено авторами)

Figure 1. ROC-curve of the sensitivity and specificity ratio for the K coefficient in assessing indications for coronary angiography (compiled by the authors)

коронарного кальциноза в I группе и наибольшее значение в III группе, что соответствовало критериям рандомизации. Наибольшее значение GLSavg отмечено в I группе ($p=0,01$), при сравнении II и III групп значения GLSavg не различались. Стоит отметить, что при проведении корреляционного анализа отмечена отрицательная умеренная связь между значениями GLSavg и индексом Агатстона ($p<0,05$). При оценке факта наличия гемодинамически значимых стенозов коронарных артерий, показано отсутствие данных изменений коронарных артерий в I группе. При этом в II и III группах встречаемость гемодинамически значимых стенозов статистически значимо не различалась (табл. 2).

Проведена оценка взаимосвязи гемодинамически значимых стенозов и GLSavg, где отмечена отрицательная сильная связь ($p<0,05$). Несмотря на отсутствие различий в частоте выявления гемодинамически значимых стенозов, в II и III группах отмечена положительная умеренная связь с возрастанием индекса Агатстона ($p<0,05$).

Таким образом, на основании полученных данных, было сделано предположение о предсказательной ценности оценки у пациентов с предполагаемым диагнозом «ИБС», индекса Агатстона и GLSavg в выявлении гемодинамически значимых стенозов коронарных артерий, с последующим проведением селективной коронароангиографии.

По результатам проведенного исследования была разработана математическая модель для расчета коэффициента К, позволяющего объективизировать необходимость выполнения селективной коронароангиографии у пациентов с различным кальцинозом коронарных артерий для своевременного выявления гемодинамически значимых стенозов артерий и проведения реваскуляризации.

Математическое выражение имело следующий вид:

$$K = \frac{1}{1 + e^{-(0,57 * x - 1,12 * y + 19)}}$$

где К — интегральный прогностический индекс;

$e=2,72$ — основание натурального логарифма;

x — ранжированный индекс Агатстона: 0 — индекс Агатстона менее 400 ЕД и 1 — индекс Агатстона более 400 ЕД включительно;

y — GLSavg (в %);

19 — постоянная, рассчитанная экспериментальным путём.

Модель отличалась высокой прогностической информативностью, поскольку Хи-квадрат составил 47,4 при $p<0,0001$.

Разграничительным уровнем коэффициента К для оценки риска выявления гемодинамически значимого стеноза и решения о проведении коронароангиографии был 0,37. При $K \geq 0,37$ риск выявления гемодинамически значимого стеноза коронарных артерий при проведении коронароангиографии отмечался как высокий. При этом диагностическая чувствительность составила 92,86%, диагностическая специфичность — 89,29% ($p<0,0001$) (рис. 1).

Доверительная вероятность разграничительного уровня была высокой, поскольку площадь под ROC кривой превышала 0,9 и имела значение $AUC=0,960 \pm 0,0228$ (ДИ 0,871–0,994, $z=20,17$, $p<0,001$).

Для удобства расчёта было создано окно автоматизированного определения риска в табличном процессоре Excel.

Обсуждение

Рекомендация оценки ПТВ ИБС впервые появилась в клинических рекомендациях Европейского общества кардиологов в 2013 г. Но с учётом того, что шкала была разработана на популяции стран с относительно низким риском развития сердечно-сосудистых заболеваний, для стран с высоким риском она стала неприменима. Более того, имеющаяся шкала ПТВ ИБС предсказывала значительное количество ложноположительных результатов, в связи с чем при её совершенствовании, уже в 2019 г. предложены показатели реклассификаторы, к которым относится в том числе и индекс коронарного кальция [9]. На примере нашего исследования при ПТВ ИБС более 15% индекс коронарного кальциноза различается в исследуемых группах. Тем не менее, включение данного индекса, в создание математической модели обосновано различными исследованиями, продемонстрировавшими высокую прогностическую ценность в верификации как обструктивной, так и необструктивной ИБС [4, 10]. В свою очередь GLSavg, упоминается во многих исследованиях. Так, например, в модели, где применялась оценка глобальной продольной деформации ЛЖ в покое с оценкой ПТВ ИБС показана диагностическая точность модели 64,9%, специфичность — 64,7%, чувствительность — 65,3%, $AUC=0,684$, статистическая значимость модели $p<0,001$ [11]. Сопоставление GLSavg с уровнем стеноза коронарных артерий проведено Мясоедовой Е.И. и соавт.: авторы нашли точку отсечения GLSavg, равную 16,4% предсказывающую наличие гемодинамически значимых стенозов (более 71%). При этом площадь под ROC-кривой составила 0,89 [95 % ДИ 0,81; 0,98] ($p = 0,021$), чувствительность — 82%, специфичность — 70% [1]. Таким образом, в

нашем исследовании была создана модель расчёта риска наличия гемодинамически значимых стенозов коронарных артерий и определён коэффициент К, который позволит рандомизировать пациентов, нуждающихся в проведении прямой (селективной) коронароангиографии.

Исследование имело некоторые ограничения, заключающиеся в небольшом объёме выборки, неравномерном распределении по гендерному признаку и сопутствующей патологии. Проверка модели выполнена на 75 пациентах.

Заключение

Данное исследование демонстрирует значимость дальнейшего поиска высоко специфичных инструментов прогнозирования, позволяющих своевременно выделять группу пациентов, которым необходимо проведение прямой коронароангиографии и не подвергать лучевой нагрузке контингент пациентов, у которых вероятность выявления гемодинамически значимых стенозов минимальна.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Мясоедова Е.И., Масленникова О.М., Степанов М.М., Елдашова Е.А., Егорова Л.А. Глобальная продольная деформация левого желудочка у пациентов со стабильной стенокардией напряжения: связь с состоянием коронарного русла. *Актуальные проблемы медицины*. 2023;46(4):342–350.
Myasoeodova E.I., Maslennikova O.M., Stepanov M.M., Eldashova E.A., Egorova L.A. 2023. Global Longitudinal Deformation of the Left Ventricle in Patients with Stable Angina: Association with Coronary Body Condition. *Challenges in Modern Medicine*. 2023;46(4):342–350. (In Russ.).
<https://doi.org/10.52575/2687-0940-2023-46-4-342-350>
2. Blaha MJ, Whelton SP, Al Rifai M, Dardari Z, Shaw LJ, et al. Comparing Risk Scores in the Prediction of Coronary and Cardiovascular Deaths: Coronary Artery Calcium Consortium. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2021;14(2):411–421.
<https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2019.12.010>
3. Барбараш О.Л., Карпов Ю.А., Панов А.В., Акчурин Р.С., Алекаян Б.Г., и др. Стабильная ишемическая болезнь сердца. Клинические рекомендации 2024. *Российский кардиологический журнал*. 2024;29(9):6110.
Barbarash O.L., Karpov Yu.A., Panov A.V., Akchurin R.S., Alekayan B.G., et al. 2024 Clinical practice guidelines for Stable coronary artery disease. *Russian Journal of Cardiology*. 2024;29(9):6110. (In Russ.).
<https://doi.org/10.15829/1560-4071-2024-6110>
4. Небиеридзе Д.В., Никонова К.В., Сафарян А.С., Драпкина О.М. Коронарный кальций как инструмент оценки риска развития сердечно-сосудистых заболеваний. *Профилактическая медицина*. 2023;26(12):116–120.
Nebieridze D.V., Nikonova K.V., Safaryan A.S., Drapkina O.M. Coronary calcium as a tool for assessing the cardiovascular risk. *Russian Journal of Preventive Medicine*. 2023;26(12):116–120. (In Russ.).
<https://doi.org/10.17116/profmed202326121116>
5. Cho I, Chang HJ, Ó Hartaigh B, Shin S, Sung JM, et al. Incremental prognostic utility of coronary CT angiography for asymptomatic patients based upon extent and severity of coronary artery calcium: results from the COronary CT Angiography EvaluatioN For Clinical Outcomes InteRnational Multicenter (CONFIRM) study. *Eur Heart J*. 2015;36(8):501–508. Erratum in: *Eur Heart J*. 2015;36(46):3287.
<https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehu358>
6. Николаева Т.О., Мазур В.В., Мазур Е.С. Возможности и перспективы эхокардиографической диагностики нарушений локальной сократимости миокарда левого желудочка при хронической ишемической болезни сердца. *Наука и инновации в медицине*. 2025;10(3):201–210.
Nikolaeva T.O., Mazur V.V., Mazur E.S. Possibilities and prospects of echocardiographic diagnostics of regional contractility disorders of the left ventricular myocardium in patients with chronic ischemic heart disease. *Science and Innovations in Medicine*. 2025;10(3):201–210. (In Russ.)
<https://doi.org/10.35693/SIM688475>
7. Smedsrud MK, Sarvari S, Haugaa KH, Gjesdal O, Ørn S, et al. Duration of myocardial early systolic lengthening predicts the presence of significant coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol*. 2012;60(12):1086–1093.
<https://doi.org/10.1016/j.jacc.2012.06.022>
8. Norum IB, Ruddox V, Edvardsen T, Otterstad JE. Diagnostic accuracy of left ventricular longitudinal function by speckle tracking echocardiography to predict significant coronary artery stenosis. A systematic review. *BMC Med Imaging*. 2015;15:25.
<https://doi.org/10.1186/s12880-015-0067-y>
9. Di Carli MF, Gupta A. Estimating Pre-Test Probability of Coronary Artery Disease: Battle of the Scores in an Evolving CAD Landscape. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2019;12(7 Pt 2):1401–1404.
<https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2018.04.036>
10. Valenti V, Ó Hartaigh B, Heo R, Cho I, Schulman-Marcus J, et al. A 15-Year Warranty Period for Asymptomatic Individuals Without Coronary Artery Calcium: A Prospective Follow-Up of 9,715 Individuals. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2015;8(8):900–909.
<https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2015.01.025>
11. Журавлева О.А., Рябова Т.Р., Врублевский А.В., Связова Н.Н., Марголис Н.Ю., и др. Оценка глобальной продольной деформации левого желудочка как дополнение к стандартной и расширенной стресс-эхокардиографии в стратификации риска при ишемической болезни сердца. *Кардиология*. 2025;65(6):12–22.
Zhuravleva O.A., Ryabova T.R., Vrublevsky A.V., Sviazova N.N., Margolis N.Yu., et al. Evaluation of left ventricular global longitudinal strain as an adjunct to standard and ABCDE stress echocardiography for risk stratification in ischemic heart disease. *Kardiologiya*. 2025;65(6):12–22. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18087/cardio.2025.6.n2895>

Информация об авторах

Шлык Ирина Фёдоровна, д.м.н., доцент, заведующий кафедрой поликлинической и неотложной терапии, Ростовский государственный медицинский университет, Ростов-на-Дону, Россия; <https://orcid.org/0000-0003-2193-7372>; sushkinaif@mail.ru.

Information about the authors

Irina F. Shlyk, Dr. Sci. (Med.), Associate Professor, Head of the Department of Polyclinic and Emergency Therapy, Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia; <https://orcid.org/0000-0003-2193-7372>; sushkinaif@mail.ru.

Моргунов Максим Николаевич, к.м.н., доцент кафедры ультразвуковой диагностики, Ростовский государственный медицинский университет Ростов-на-Дону, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-6238-9782>.

Харитоновна Мария Владимировна, к.м.н., заведующая лабораторией клинической иммунологии и аллергологии, Ростовский государственный медицинский университет, Ростов-на-Дону, Россия; <https://orcid.org/0000-0003-0806-6437>; mari.kharitonova.80@mail.ru.

Закурская Вита Яковлевна, ассистент кафедры поликлинической и неотложной терапии, Ростовский государственный медицинский университет, Ростов-на-Дону, Россия; <https://orcid.org/0000-0003-0837-1538>; vias.92@mail.ru.

Тренева Елена Олеговна, врач кардиолог, Ростовская областная клиническая больница, Ростов-на-Дону, Россия; helena_treneva@mail.ru.

Беседина Дарья Юрьевна, ассистент кафедры поликлинической и неотложной терапии, Ростовский государственный медицинский университет, Ростов-на-Дону, Россия; <https://orcid.org/0000-0003-1396-627X>; besedinad@icloud.com.

Алимova Галина Владимировна, ассистент кафедры поликлинической и неотложной терапии, Ростовский государственный медицинский университет, Ростов-на-Дону, Россия; <https://orcid.org/0009-0005-1330-338X>; alimova91@yandex.ru.

Вклад авторов

Шлык И.Ф. — разработка структуры статьи, написание текста рукописи;

Моргунов М.Н., Харитоновна М.В., Закурская В.Я., Тренёва Г.О. Беседина Д.Ю.; Алимova Г.В.— обзор и анализ публикаций по теме статьи, статистическая обработка полученных результатов;

Беседина Д.Ю., Алимova Г.В. — подготовка рукописи к подаче в журнал.

Конфликт интересов

Автор статьи Шлык И.Ф. входит в состав редакционной коллегии журнала «Медицинский вестник Юга России». Статья прошла принятую в журнале процедуру рецензирования независимыми экспертами. Об иных конфликтах интересов авторы не заявляли.

Maxim N. Morgunov, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor at the Diagnostic Ultrasound Department, Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-6238-9782>.

Maria V. Kharitonova, Cand. Sci. (Med.), Head of the Laboratory of Clinical Immunology and Allergology, Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia; <https://orcid.org/0000-0003-0806-6437>; mari.kharitonova.80@mail.ru.

Vita Y. Zakurskaya, Assistant Professor, Department of Outpatient and Emergency Therapy, Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia; <https://orcid.org/0000-0003-0837-1538>; vias.92@mail.ru.

Gelena O. Treneva, cardiologist, Rostov Regional Clinical Hospital, Rostov-on-Don, Russia; helena_treneva@mail.ru

Daria Yu. Besedina, Assistant, Department of Polyclinic and Emergency Therapy, Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia; <https://orcid.org/0000-0003-1396-627X>; besedinad@icloud.com.

Galina V. Alimova, Assistant, Department of Polyclinic and Emergency Therapy, Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia; <https://orcid.org/0009-0005-1330-338X>; alimova91@yandex.ru

Authors' contribution

Shlyk I.F. — article structure development, manuscript writing;

Morgunov M.N., Kharitonova M.V., Zakurskaya V.Ya., Trenevova G.O. Besedina D.Yu.; Alimova G.V. — review and analysis of publications on the topic of the article, statistical processing of the results;

Besedina D.Yu., Alimova G.V. — manuscript preparation for submission to the journal.

Conflict of interest

Shlyk I.F. is the Member of the Editorial Board of the Journal « Medical Herald of the South of Russia ». The article has passed the review procedure accepted in the Journal by independent experts. The authors did not declare any other conflicts of interest.

Поступила в редакцию / *Received*: 11.01.2026

Доработана после рецензирования / *Revised*: 17.04.2026

Принята к публикации / *Accepted*: 25.04.2026