

Взаимосвязь хронического окклюзионного поражения коронарных артерий с проживанием в экстремальных природно-климатических условиях

Утегенов Р. Б., Сапожников С. С., Бессонов И. С.

Цель. Изучить взаимосвязь хронического окклюзионного поражения коронарных артерий с проживанием в экстремальных природно-климатических условиях Крайнего Севера у пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС).

Материал и методы. Из "Регистра проведенных операций коронарной ангиографии" были отобраны 5679 больных с ИБС. Основную группу составили 2588 некоренных жителей Крайнего Севера, группу сравнения — 3091 пациент, проживающий на Юге Тюменской области. Хроническая окклюзия коронарной артерии определялась при отсутствии антеградного кровотока по коронарной артерии продолжительностью >3 мес. по данным анамнеза, либо предшествующей коронароангиографии. С целью устранения исходного дисбаланса между исследуемыми группами применялся метод сопоставления индексов склонностей (propensity score matching).

Результаты. Пациенты, проживающие на Крайнем Севере, были моложе ($53,2 \pm 7,49$ лет vs $56,8 \pm 8,34$ лет, $p < 0,001$), среди них чаще встречались мужчины. После проведения propensity score matching, в сбалансированных по основным факторам риска ИБС группах, у пациентов Крайнего Севера чаще определялся значимый коронарный атеросклероз. При этом у пациентов, постоянно проживающих на Крайнем Севере, статистически значимо чаще определялись хронические окклюзии ($50,3\%$ vs $41,7\%$, $p < 0,001$). У пациентов основной группы хронические окклюзии чаще локализовались в проксимальных ($35,0\%$ vs $29,0\%$, $p < 0,001$) и средних сегментах ($39,0\%$ vs $33,0\%$, $p < 0,001$) коронарных артерий в сравнении с группой Юга Тюменской области. Наиболее частая локализация окклюзионного поражения определялась в передней нисходящей артерии ($22,0\%$ vs $17,0\%$, $p < 0,001$) и правой коронарной артерии ($28,0\%$ vs $24,0\%$, $p = 0,001$). По результатам мультивариантного анализа, проживание на Крайнем Севере ассоциировалось с увеличением частоты выявления хронических окклюзий коронарных артерий при проведении коронароангиографии на 39% (отношение шансов 1,39; 95% доверительный интервал: 1,25-1,54; $p < 0,001$).

Заключение. У пациентов с ИБС, проживающих на Крайнем Севере, хронические окклюзии коронарных артерий определяются чаще в сравнении с больными Юга Тюменской области. По результатам мультивариантного анализа проживание в экстремальных природно-климатических условиях являлось независимым предиктором выявления хронических окклюзий коронарных артерий при проведении коронароангиографии.

Ключевые слова: ишемическая болезнь сердца, хронические окклюзии коронарных артерий, атеросклеротические бляшки, Крайний Север, коронароангиография.

Отношения и деятельность: нет.

Благодарности. Благодарим научного сотрудника лаборатории РЭМДил Тюменского кардиологического научного центра к.м.н. Каштанова М.Г. за проведенный статистический анализ данных.

Тюменский кардиологический научный центр, ФГБНУ Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук, Томск, Россия.

Утегенов Р.Б.* — м.н.с., врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению, ORCID: 0000-0001-8619-6478, Сапожников С.С. — м.н.с., лаборатория рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения, Научный отдел инструментальных методов исследования, ORCID: 0000-0001-8265-7425, Бессонов И.С. — д.м.н., зав. лабораторией рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения, Научный отдел инструментальных методов исследования, ORCID: 0000-0003-0578-5962.

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):
ruslanutegenov8776@gmail.ru

АСБ — атеросклеротическая бляшка, ИБС — ишемическая болезнь сердца, ИМ — инфаркт миокарда, КАГ — коронароангиография, КС — Крайний Север, ПКА — правая коронарная артерия, ПНА — передняя нисходящая артерия, ФАТК — фиброатерома с тонкой капсулой, ХОКА — хроническая окклюзия коронарных артерий, ЮТО — Юг Тюменской области.

Рукопись получена 10.10.2024

Рецензия получена 08.12.2024

Принята к публикации 23.02.2025



Для цитирования: Утегенов Р.Б., Сапожников С.С., Бессонов И.С. Взаимосвязь хронического окклюзионного поражения коронарных артерий с проживанием в экстремальных природно-климатических условиях. *Российский кардиологический журнал*. 2025;30(6):6156. doi: 10.15829/1560-4071-2025-6156. EDN: YGKAID

Association between coronary chronic total occlusion and living in extreme natural and climatic conditions

Utegenov R. B., Sapozhnikov S. S., Bessonov I. S.

Aim. To study the relationship between coronary chronic total occlusion (CTO) and living in extreme natural and climatic conditions of the Far North in patients with coronary artery disease (CAD).

Material and methods. A total of 5679 patients with coronary artery disease (CAD) were selected from the "Registry of Coronary Angiography Operations". The main group consisted of 2588 non-native residents of the Far North, while the comparison group — 3091 patients living in the south of the Tyumen Oblast. CTO was defined as the absence of antegrade coronary flow for more than 3 months according to the medical history or previous coronary angiography. In order to eliminate the initial imbalance between the study groups, the propensity score matching method was used.

Results. Patients living in the Far North were younger ($53,2 \pm 7,49$ years vs $56,8 \pm 8,34$ years, $p < 0,001$), and were more often men. After propensity score matching, in groups balanced by the main risk factors for CAD, Far North patients were more likely to have significant coronary atherosclerosis. At the same time,

CTO was significantly more often determined in patients permanently residing in the Far North ($50,3\%$ vs $41,7\%$, $p < 0,001$). In patients of the main group, CTO was more often located in the proximal ($35,0\%$ vs $29,0\%$, $p < 0,001$) and middle coronary segments ($39,0\%$ vs $33,0\%$, $p < 0,001$) in comparison with the group of the South of the Tyumen Region. The most frequent occlusion location was determined in the anterior descending artery ($22,0\%$ vs $17,0\%$, $p < 0,001$) and the right coronary artery ($28,0\%$ vs $24,0\%$, $p = 0,001$). According to multivariate analysis, residence in the Far North was associated with an increase in detection rate of CTO during coronary angiography by 39% (odds ratio 1,39; 95% confidence interval: 1,25-1,54; $p < 0,001$).

Conclusion. CTO is more common in patients with CAD living in the Far North compared to patients living in the South of the Tyumen Region. According to multivariate analysis, living in extreme natural and climatic conditions was an independent predictor of CTO according to coronary angiography.

Keywords: coronary artery disease, coronary chronic total occlusion, atherosclerotic plaques, Far North, coronary angiography.

Relationships and Activities: none.

Acknowledgements. We are grateful to the researcher of the REMDiL laboratory of the Tyumen Cardiology Research Center, Candidate of Medical Science Kashtanova M.G. for the statistical data analysis.

Tyumen Cardiology Research Center, Tomsk National Research Medical Center, Tomsk, Russia.

Utegenov R. B. * ORCID: 0000-0001-8619-6478, Sapozhnikov S. S. ORCID: 0000-0001-8265-7425, Bessonov I. S. ORCID: 0000-0003-0578-5962.

*Corresponding author: ruslanutegenov8776@gmail.ru

Received: 10.10.2024 **Revision Received:** 08.12.2024 **Accepted:** 23.02.2025

For citation: Utegenov R. B., Sapozhnikov S. S., Bessonov I. S. Association between coronary chronic total occlusion and living in extreme natural and climatic conditions. *Russian Journal of Cardiology*. 2025;30(6):6156. doi: 10.15829/1560-4071-2025-6156. EDN: YGKAID

Ключевые моменты

- Для пациентов с ишемической болезнью сердца, проживающих на Крайнем Севере, характерно более частое и комплексное поражение коронарного русла.
- Выявляемость хронического окклюзионного поражения коронарных артерий на Крайнем Севере достигла 50,3%, что соответствует верхней границе диапазона, описанного в литературе, несмотря на более молодой возраст пациентов.
- Проживание в экстремальных природно-климатических условиях являлось независимым предиктором наличия хронического окклюзионного поражения коронарных артерий при проведении коронароангиографии.

Key messages

- Patients with coronary artery disease living in the Far North are characterized by more frequent and complex coronary involvement.
- The detection rate of coronary chronic total occlusion in the Far North reached 50,3%, which corresponds to the upper range limit described in the literature, despite the younger age of patients.
- Living in extreme natural and climatic conditions was an independent predictor of coronary chronic total occlusion during coronary angiography.

Ишемическая болезнь сердца (ИБС) остаётся одной из ведущих причин заболеваемости и смертности как в России, так и в мире [1]. Согласно исследованию, проведенному в рамках проекта Global Burden of Disease, ИБС продолжает занимать лидирующие позиции в статистике смертности, что подчеркивает необходимость глубокого понимания факторов, лежащих в основе её развития и прогрессирования [2].

В этом контексте особый интерес представляют регионы Крайнего Севера (КС), где наряду с традиционными факторами риска, население подвергается воздействию экстремальных природно-климатических условий. Исследования показали, что арктический климат может оказывать негативное влияние на сердечно-сосудистую систему, в частности, способствовать раннему развитию и неблагоприятному течению ИБС [3, 4].

Наследственные механизмы адаптации у прошлого населения Севера сталкиваются с серьезными вызовами в экстремальных природно-климатических условиях. Эти механизмы, хотя и обеспечивают краткосрочную адаптацию, но не всегда способны поддерживать нормальные физиологи-

ческие процессы на длительном промежутке времени. Это обуславливает формирование так называемого "синдрома полярного напряжения". К основным компонентам этого синдрома относятся окислительный стресс, иммунная недостаточность, гипоксия тканей и психоэмоциональное напряжение [5]. Истощение адаптационных возможностей организма, в свою очередь, вызывает каскад дизадаптивных расстройств, приводящих к развитию хронических заболеваний.

Ранее было установлено, что у населения КС коронарный атеросклероз развивается в более молодом возрасте и характеризуется более тяжелым поражением коронарных артерий. В то же время роль хронических окклюзий коронарных артерий (ХОКА) в структуре этих комплексных поражений остаётся малоизученной [6]. Окклюзия коронарных артерий считается хронической, если в течение ≥ 3 мес. в артерии отсутствует физиологический антеградный кровоток [7]. У данного состояния можно выделить две основные причины. Первая — острый тромбоз, который приводит к внезапной закупорке сосуда вследствие повреждения сосудистой стенки. Вторая — прогрессирование существующего стеноза коронарной артерии, который со временем приводит к полной окклюзии [8]. Согласно одной из гипотез, у пациентов, проживающих на КС, структура атеросклеротических бляшек (АСБ) может способствовать более частому развитию ХОКА. Так, исследование с использованием оптиче-



Рис. 1. Дизайн исследования.

Сокращение: ИБС — ишемическая болезнь сердца.

ской когерентной томографии показало, что у жителей КС наблюдается более высокая частота формирования фиброатеромы с тонкой капсулой (ФАТК), что делает их более уязвимыми к разрыву, являющемуся ведущим предиктором коронарного тромбоза, а также может способствовать более частому развитию ХОКА [9].

В связи с вышеизложенным, целью настоящего исследования явилось изучение взаимосвязи хронического окклюзионного поражения коронарных артерий с проживанием в экстремальных природно-климатических условиях КС у пациентов с ИБС.

Материал и методы

Из "Регистра проведенных операций коронарной ангиографии"¹, содержащего данные 25627 пациентов, были отобраны 5679 больных ИБС, кому в Тюменском кардиологическом научном центре была выполнена коронароангиография (КАГ). В исследование включались пациенты с верифицированной ИБС, подтвержденной инструментальными методами (стресс-эхокардиография, велоэргометрическая

проба, тредмил-тест). Из исследования были исключены лица с пропусками в данных, и представители коренного населения КС, а также с окклюзионными поражениями коронарных артерий с подтвержденной давностью <3 мес. (рис. 1).

Диагностика ИБС основывалась на клинико-анамнестических данных (перенесенный инфаркт миокарда (ИМ), стенокардия высокого функционального класса, безболевая ишемия миокарда) и результатах инструментальных исследований. Критерием ишемии миокарда по результатам стресс-эхокардиографии считалось появление транзиторных нарушений регионарной и глобальной сократимости левого желудочка на пике нагрузки. Положительным результатом нагрузочных тестов на велоэргометре и тредмил-тесте считалась горизонтальная или косонисходящая депрессия или элевация сегмента ST ≥ 1 мм в двух смежных отведениях через ≥ 60 -80 мс от точки J во время или сразу после прекращения нагрузки, в т.ч. без ангинозного приступа.

Пациенты с положительными нагрузочными тестами и высокими риском выявления обструктивных поражений коронарных артерий подверглись инвазивному исследованию — КАГ. Для стеноза ствола левой коронарной артерии и проксимального сегмента пе-

¹ Кузнецов В. А., Зырянов И. П., Колунин Г. В. и др. Регистр проведенных операций коронарной ангиографии (база данных). Свидетельство: 010620075. Заявка: 2009620515. 2010.

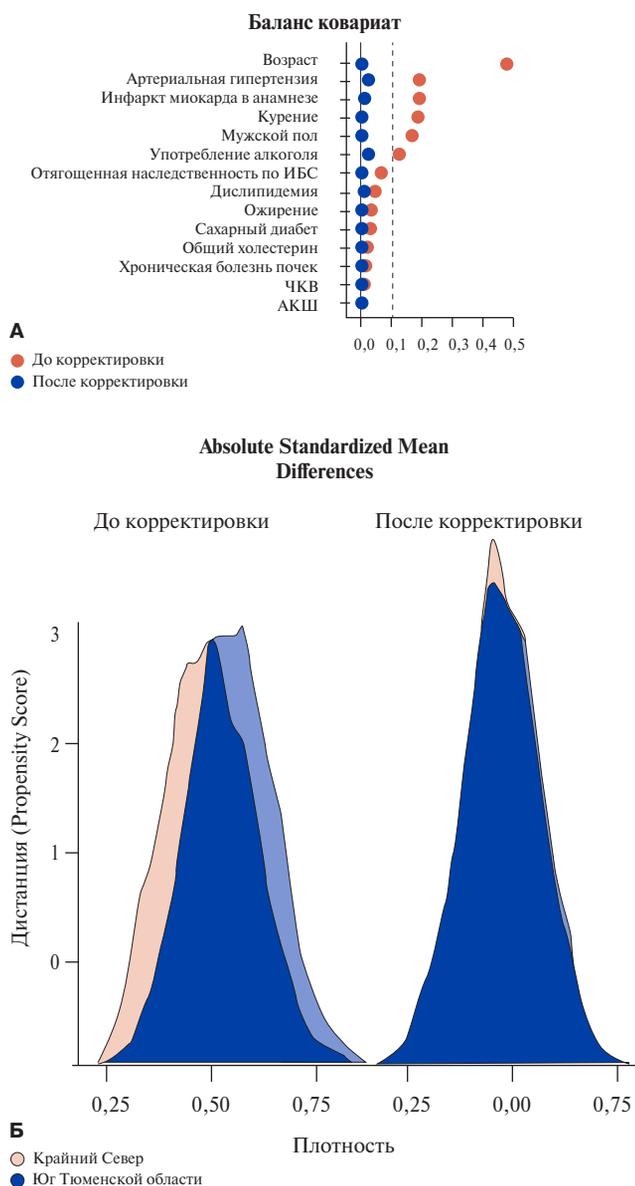


Рис. 2. Сравнение распределения ковариат до и после применения метода Propensity Score Matching с помощью визуализации Love plot (А) и Density plot (Б). **Примечание:** цветное изображение доступно в электронной версии журнала. **Сокращения:** АКШ — аортокоронарное шунтирование, ИБС — ишемическая болезнь сердца, ЧКВ — чрескожное коронарное вмешательство.

редней нисходящей артерии (ПНА) значимым считалось сужение $\geq 50\%$ диаметра, в остальных случаях $\geq 75\%$ диаметра. ХОКА определялась при отсутствии антеградного кровотока по коронарной артерии продолжительностью не менее 3 мес., диагностируемое по данным анамнеза (перенесенный ИМ) или предшествующей КАГ.

Статистический анализ. Для анализа данных применялись статистические пакеты SPSS 26.0 (IBM, USA) и R4.2 (Vienna). Методом анализа полных случаев (complete case analysis) были исключены пропущенные значения. Непрерывные переменные с нормальным распределением представлены в виде

среднего значения \pm стандартное отклонение, а при распределении, отличном от нормального, в виде медианы (25-й — 75-й перцентиль). Нормальность распределения количественных показателей оценивалась с помощью критерия Колмогорова-Смирнова. Категориальные переменные описаны абсолютными и относительными частотами. Для сравнения количественных переменных использовались критерий t Стьюдента (при нормальном распределении) и непараметрический критерий Манна-Уитни (при распределении, отличном от нормального). Качественные переменные сопоставлялись с помощью критерия χ^2 . С целью устранения исходного дисбаланса между исследуемыми группами применялось сопоставление оценок склонностей (propensity score matching — PSM) по принципу ближайшего соседа в соотношении 1:1 с калипером 0,05. Достижение баланса между группами подтверждалось визуальной оценкой с использованием графиков Love plot, Density plot и функции bal.tab пакета "cobalt" (рис. 2). После PSM сравнение групп проводилось с помощью теста МакНемара для категориальных данных, парного t-теста или знакового рангового теста Уилкоксона для непрерывных данных. Моделирование бинарного отклика осуществлялось с применением генерализованной линейной модели (логистической регрессии) с робастными оценками. Для выявления потенциальной систематической ошибки (unmeasured bias) и оценки устойчивости полученных результатов использовался тест Розенбаума. Для определения факторов, ассоциирующихся с наличием хронической окклюзии проводили мультивариантный анализ — бинарную логистическую регрессию.

Данное исследование было выполнено в строгом соответствии с этическими принципами, изложенными в Хельсинкской декларации. Протокол исследования прошел экспертизу и получил одобрение локального этического комитета (выписка из протокола заседания № 175 от 16.11.2021).

Результаты

В исследование вошли 5679 пациентов, основную группу которых составили 2588 некоренных жителей Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО), относящегося к территориям КС Тюменской области. В группу сравнения были включены 3091 больных, проживающих в умеренной климатической зоне Юга Тюменской области (ЮТО).

Клинико-демографические данные пациентов представлены в таблице 1. Сравнительный анализ клинических характеристик пациентов выявил определенные различия в зависимости от региона постоянного проживания. Так, проживающее на КС пациенты были моложе, с преобладанием лиц мужского пола. Распространенность таких факторов риска,

Таблица 1

Клиническая характеристика пациентов до и после сопоставления индексов склонностей

Показатели	До проведения PSM				После проведения PSM			
	Пациенты, проживающие на Севере Тюменской области (n=2588)	Пациенты, проживающие на Юге Тюменской области (n=3091)	p	SMD	Пациенты, проживающие на Севере Тюменской области (n=2263)	Пациенты, проживающие на Юге Тюменской области (n=2263)	p	SMD
Возраст, лет, M±SD	53,2±7,49	56,8±8,34	<0,001	0,452	54,2±7,12	54,2±7,34	0,400	0,020
Мужской пол, n (%)	2234 (86,3)	2499 (80,8)	<0,001	0,152	1931 (85,3)	1934 (85,5)	1,000	<0,001
Курение, n (%)	1048 (40,5)	996 (32,0)	<0,001	0,170	862 (37,9)	865 (38,2)	0,855	0,006
Употребление алкоголя, n (%)	507 (20,0)	462 (15,0)	<0,001	0,120	407 (18,0)	400 (17,7)	0,800	0,010
Ожирение, n (%)	1288 (49,8)	1454 (47,0)	0,043	0,050	1113 (49,2)	1124 (49,7)	0,800	0,01
Сахарный диабет, n (%)	418 (16,2)	444 (14,4)	0,067	0,050	343 (15,2)	343 (15,2)	0,935	0,004
ХБП, n (%)	33 (1,3)	35 (1,1)	0,716	0,010	27 (0,01)	28 (0,01)	1,000	<0,001
Отягощенная наследственность по ИБС, n (%)	583 (23,0)	780 (25,0)	0,019	0,060	531 (23,4)	537 (23,6)	0,861	0,006
Инфаркт миокарда в анамнезе, n (%)	1476 (57,1)	1481 (48,1)	<0,001	0,180	1227 (54,2)	1220 (53,5)	0,721	0,011
Артериальная гипертензия, n (%)	2112 (81,6)	2744 (88,8)	<0,001	0,201	1916 (84,7)	1943 (85,9)	0,300	0,03
ЧКВ в анамнезе, n (%)	465 (18,0)	569 (18,4)	0,675	0,012	406 (17,9)	410 (18,0)	0,908	0,005
АКШ в анамнезе, n (%)	105 (4,1)	125 (4,0)	0,828	0,008	94 (4,2)	98 (4,3)	0,773	0,010
Содержание общего холестерина, ммоль/л, M±SD	5,15±1,29	5,18±1,27	0,458	0,020	5,16±1,27	5,15±1,26	0,945	0,001
Дислипидемия, n (%)	2174 (84,0)	2668 (86,3)	0,016	0,070	1922 (84,9)	1919 (84,8)	>0,9	0,011

Сокращения: АКШ — аортокоронарное шунтирование, ИБС — ишемическая болезнь сердца, ЧКВ — чрескожное коронарное вмешательство, ХБП — хроническая болезнь почек, PSM — Propensity Score Matching, SMD — Standardized Mean Difference.

Таблица 2

Ангиографическая характеристика качественных показателей

Показатели	До проведения PSM			После проведения PSM		
	Пациенты, проживающие на Севере Тюменской области (n=2588)	Пациенты, проживающие на Юге Тюменской области (n=3091)	p	Пациенты, проживающие на Севере Тюменской области (n=2263)	Пациенты, проживающие на Юге Тюменской области (n=2263)	p
Наличие коронарного атеросклероза, n (%)	2,174 (84,0)	2,424 (78,0)	<0,001	1,896 (84,0)	1,785 (79,0)	<0,001
Наличие гемодинамически значимого поражения, n (%)	1,891 (73,0)	1,941 (63,0)	<0,001	1,648 (73,0)	1,427 (63,0)	<0,001
Наличие окклюзионного поражения, n (%)	1,315 (50,8)	1,281 (41,4)	<0,001	1,139 (50,3)	944 (41,7)	<0,001
Окклюзии в проксимальном сегменте, n (%)	899 (35,0)	893 (29,0)	<0,001	783 (35,0)	655 (29,0)	<0,001
Окклюзии в среднем сегменте, n (%)	1,018 (39,0)	1,027 (33,0)	<0,001	883 (39,0)	738 (33)	<0,001
Окклюзии в дистальном сегменте, n (%)	166 (6,4)	180 (5,8)	0,4	147 (6,5)	122 (5,4)	0,13
Окклюзионное поражение ПНА, n (%)	594 (23,0)	508 (16,0)	<0,001	505 (22,0)	377 (17,0)	<0,001
Окклюзионное поражение ОА, n (%)	328 (13,0)	354 (11,0)	0,2	295 (13,0)	252 (11,0)	0,055
Окклюзионное поражение ПКА, n (%)	727 (28,0)	734 (24,0)	<0,001	637 (28,0)	540 (24,0)	0,001
Окклюзионное поражение ДА, n (%)	54 (2,1)	39 (1,3)	0,02	51 (2,3)	27 (1,2)	0,009
Окклюзионное поражение ВТК, n (%)	120 (4,6)	138 (4,5)	0,8	106 (4,7)	102 (4,5)	0,8
Окклюзионное поражение ИА, n (%)	25 (1,0)	27 (0,9)	0,8	22 (1,0)	23 (1,0)	>0,9

Сокращения: ВТК — ветвь тупого края, ДА — диагональная артерия, ИА — интермедиарная артерия, ОА — огибающая артерия, ПКА — правая коронарная артерия, ПНА — передняя нисходящая артерия, PSM — Propensity Score Matching.

как курение и злоупотребление алкоголем, была также выше среди пациентов, постоянно проживающих на КС. Кроме того, в основной группе чаще регистрировался ИМ в анамнезе. В то же время для проживающих на ЮТО была характерна более высокая частота

отягощенной наследственности по ИБС. Также у них чаще встречались артериальная гипертензия и нарушения липидного обмена.

После проведения анализа PSM, статистически значимых различий по базовым клинико-демографи-

ческим параметрам, включая факторы риска ИБС, между исследуемыми группами выявлено не было. На рисунке 2 представлен баланс переменных до и после PSM анализа.

В ходе анализа количественных и качественных данных ангиографии (представлены в таблицах 2 и 3) было установлено, что у пациентов, постоянно проживающих в условиях КС, чаще наблюдались более выраженные атеросклеротические поражения коронарного русла. При этом после при-

менения метода PSM большая часть изначально обнаруженных ангиографических различий сохранялась.

Пациенты основной группы чаще имели коронарный атеросклероз с гемодинамически значимыми поражениями одной, двух, трех и более коронарных артериях. В том числе статистически значимые различия определялись по количеству артерий с гемодинамически значимыми стенозами, без учета окклюзионных поражений.

Таблица 3

Ангиографическая характеристика количественных показателей

Показатели		До проведения PSM			После проведения PSM		
		Пациенты, проживающие на Севере Тюменской области (n=2588)	Пациенты, проживающие на Юге Тюменской области (n=3091)	p	Пациенты, проживающие на Севере Тюменской области (n=2263)	Пациенты, проживающие на Юге Тюменской области (n=2263)	p
Количество артерий с гемодинамически значимыми стенозами без окклюзионных поражений, n (%)	0	1,433 (55,2)	1,811 (59,0)	0,001	1,243 (55,1)	1,361 (60,2)	0,006
	1	784 (30,3)	809 (26,1)		684 (30,2)	594 (26,1)	
	2	266 (10,2)	321 (10,0)		237 (10,2)	211 (9,4)	
	≥3	105 (4,3)	150 (4,9)		99 (4,5)	97 (4,3)	
Количество артерий с гемодинамически значимыми стенозами, n (%)	0	697 (27,1)	1,150 (37,0)	<0,001	615 (27,0)	836 (37,0)	<0,001
	1	919 (36,0)	916 (30,0)		784 (35,0)	708 (31,0)	
	2	523 (20,0)	498 (16,0)		460 (20,0)	369 (16,5)	
	≥3	449 (16,9)	527 (17,0)		404 (18,0)	350 (15,5)	
Количество артерий с гемодинамически незначимыми стенозами, n (%)	0	2,017 (65,1)	1,740 (67,2)	0,056	1,514 (67,0)	1,494 (65,0)	0,8
	1	785 (25,3)	633 (24,1)		551 (24,0)	565 (24,6)	
	2	239 (7,8)	194 (7,7)		177 (7,8)	175 (7,1)	
	≥3	50 (1,8)	21 (1,0)		21 (1,0)	29 (1,3)	
Общее количество окклюзированных артерий, n (%)	0	1,273 (49,2)	1,810 (59,0)	<0,001	1,124 (50,0)	1,319 (58,0)	<0,001
	1	970 (37,0)	955 (30,8)		828 (37,0)	709 (31,0)	
	2	274 (11,0)	266 (8,3)		248 (11,0)	191 (9,0)	
	≥3	71 (2,8)	60 (1,9)		63 (2,0)	44 (1,9)	
Стенотическое поражение СтЛКА, n (%)	<50%	158 (6,1)	182 (5,9)	0,8	143 (6,3)	131 (5,8)	0,5
	50-75%	67 (2,6)	93 (3,0)	0,4	54 (2,4)	55 (2,4)	>0,9
	75-90%	38 (1,5)	47 (1,5)	>0,9	36 (1,6)	27 (1,2)	0,3
	>90%	10 (0,4)	27 (0,9)	0,035	10 (0,4)	19 (0,8)	0,14
Наличие стенотического поражения любой коронарной артерии, n (%)	<50%	811 (31,1)	1052 (34,4)	0,024	715 (32,0)	748 (33,0)	0,3
	50-75%	623 (24,0)	732 (24,0)	0,8	545 (24,0)	542 (24,0)	>0,9
	75-90%	740 (29,0)	849 (27,0)	0,4	658 (29,0)	603 (27,0)	0,073
	>90%	461 (18,0)	523 (17,0)	0,4	410 (18,0)	358 (16,0)	0,043
Стенотическое поражение ПНА, n (%)	<50%	302 (12,0)	450 (15,0)	0,002	264 (12,0)	318 (14,0)	0,019
	50-75%	205 (7,9)	278 (9,0)	0,2	171 (7,6)	205 (9,1)	0,076
	75-90%	312 (12,0)	346 (11,0)	0,3	282 (12,0)	249 (11,0)	0,14
	>90%	188 (7,3)	214 (6,9)	0,7	171 (7,6)	153 (6,8)	0,3
Стенотическое поражение ОА, n (%)	<50%	209 (8,1)	268 (8,7)	0,4	194 (8,6)	183 (8,1)	0,6
	50-75%	188 (7,3)	184 (6,0)	0,053	170 (7,5)	144 (6,4)	0,14
	75-90%	213 (8,2)	256 (8,3)	>0,9	188 (8,3)	163 (7,2)	0,2
	>90%	99 (3,8)	113 (3,7)	0,8	87 (3,8)	70 (3,1)	0,2
Стенотическое поражение ПКА, n (%)	<50%	280 (11,0)	381 (12,0)	0,085	244 (11,0)	277 (12,0)	0,14
	50-75%	186 (7,2)	196 (6,3)	0,2	163 (7,2)	150 (6,6)	0,5
	75-90%	210 (8,1)	278 (9,0)	0,3	183 (8,1)	198 (8,7)	0,5
	>90%	142 (5,5)	149 (4,8)	0,3	122 (5,4)	100 (4,4)	0,15

Таблица 3. Продолжение

Показатели		До проведения PSM			После проведения PSM		
		Пациенты, проживающие на Севере Тюменской области (n=2588)	Пациенты, проживающие на Юге Тюменской области (n=3091)	p	Пациенты, проживающие на Севере Тюменской области (n=2263)	Пациенты, проживающие на Юге Тюменской области (n=2263)	p
Стенотическое поражение ДА, n (%)	<50%	42 (1,6)	44 (1,4)	0,6	38 (1,7)	31 (1,4)	0,5
	50-75%	63 (2,4)	96 (3,1)	0,15	60 (2,7)	69 (3,0)	0,5
	75-90%	101 (3,9)	103 (3,3)	0,3	91 (4,0)	73 (3,2)	0,2
	>90%	67 (2,6)	90 (2,9)	0,5	62 (2,7)	58 (2,6)	0,8
Стенотическое поражение ВТК, n (%)	<50%	78 (3,0)	73 (2,4)	0,2	72 (3,2)	50 (2,2)	0,054
	50-75%	71 (2,7)	88 (2,8)	0,9	61 (2,7)	64 (2,8)	0,9
	75-90%	114 (4,4)	119 (3,8)	0,3	105 (4,6)	86 (3,8)	0,2
	>90%	32 (1,2)	56 (1,8)	0,1	30 (1,3)	37 (1,6)	0,5
Стенотическое поражение ИА, n (%)	<50%	16 (0,6)	20 (0,6)	>0,9	14 (0,6)	13 (0,6)	>0,9
	50-75%	22 (0,9)	27 (0,9)	>0,9	21 (0,9)	21 (0,9)	>0,9
	75-90%	45 (1,7)	41 (1,3)	0,2	40 (1,8)	34 (1,5)	0,6
	>90%	21 (0,8)	32 (1,0)	0,5	19 (0,8)	24 (1,1)	0,5

Сокращения: ВТК — ветвь тупого края, ДА — диагональная артерия, ИА — интермедиарная артерия, ОА — огибающая артерия, ПКА — правая коронарная артерия, ПНА — передняя нисходящая артерия, СтЛКА — ствол левой коронарной артерии, PSM — Propensity Score Matching.

Таблица 4

Факторы, ассоциирующиеся с наличием ХОКА

Показатель	Унивариантный анализ		Мультивариантный анализ	
	ОШ (95% ДИ)	p, value	ОШ (95% ДИ)	p, value
Возраст, лет	1,01 (1,01-1,02)	<0,001	1,02 (1,01-1,03)	<0,001
Мужской пол	2,14 (1,87-2,44)	<0,001	1,85 (1,59-2,15)	<0,001
Уровень холестерина	1,07 (1,03-1,11)	<0,001	1,12 (1,08-1,17)	<0,001
Курение	1,32 (1,20-1,46)	<0,001	1,23 (1,10-1,37)	<0,001
Ожирение	1,20 (1,09-1,32)	<0,001	1,19 (1,07-1,32)	0,001
Сахарный диабет	1,47 (1,29-1,69)	<0,001	1,33 (1,14-1,54)	<0,001
ИМ в анамнезе	3,29 (2,98-3,62)	<0,001	2,98 (2,70-3,30)	<0,001
Артериальная гипертензия	1,19 (1,05-1,35)	0,005	1,19 (1,03-1,36)	0,015
АКШ в анамнезе	15,4 (9,70-26,3)	<0,001	12,1 (7,54-20,8)	<0,001
Проживание на Крайнем Севере	1,39 (1,25-1,54)	<0,001	1,39 (1,25-1,54)	<0,001

Сокращения: АКШ — аортокоронарное шунтирование, ДИ — доверительный интервал, ИМ — инфаркт миокарда, ОШ — отношение шансов.

У пациентов основной группы статистически значимо чаще определялось хроническое окклюзионное поражение коронарного русла. Качественный анализ результатов показал, что у пациентов основной группы статистически значимо чаще наблюдались окклюзии проксимальных и средних сегментов коронарных артерий по сравнению с группой сравнения. При этом обращает на себя внимание, что наиболее частая локализация окклюзий наблюдалась в крупных эпикардиальных коронарных артериях, таких как ПНА и правая коронарная артерия (ПКА).

В таблице 4 представлена модель бинарной логистической регрессии. По результатам мультивариантного анализа было установлено, что возраст, мужской пол, курение, ожирение, сахарный диабет, ИМ и аортокоронарное шунтирование в анамнезе являлись независимыми предикторами выявления ХОКА

при проведении КАГ. При этом проживание на КС ассоциировалось с увеличением частоты определения ХОКА на 39% (отношение шансов 1,39; 95% доверительный интервал: 1,25-1,54; $p < 0,001$).

Обсуждение

Результаты нашего исследования свидетельствуют о том, что у пациентов с верифицированной ИБС, постоянно проживающих в экстремальных природно-климатических условиях, наблюдается более сложное и комплексное течение коронарного атеросклероза с высокой частотой окклюзионного поражения коронарного русла. При этом проживание на КС являлось независимым предиктором наличия окклюзионного поражения коронарных артерий. Эти данные подтверждают, что экстремальные природно-климатические факторы КС могут оказывать нега-

тивное влияние на раннее развитие и быстрое прогрессирование атеросклеротического процесса в коронарном русле.

Следует отметить, что в условиях высоких широт, наряду с неблагоприятным воздействием экстремальных климатических условий, значительно меняется образ жизни, характер питания и психоэмоциональный статус пациентов, что также может способствовать развитию и прогрессированию коронарного атеросклероза [10]. Так, в ряде исследований была показана взаимосвязь депрессии, тревожности, уровня доходов и других неконвенционных факторов риска с развитием острого коронарного синдрома в условиях КС [11, 12].

Согласно результатам различных исследований, частота выявления ХОКА при проведении диагностической КАГ варьируется от 14,7% до 52% [13-15]. В нашем исследовании частота ХОКА в основной группе составила 50,3%, что соответствует верхней границе диапазона, описанного в литературе. При этом средний возраст пациентов по нашим данным был существенно ниже в сравнении с аналогичными исследованиями.

Несмотря на одинаковую частоту ИМ в анамнезе и частоту предшествующей эндоваскулярной реваскуляризации, в т.ч. по поводу острого ИМ, у пациентов КС значительно чаще выявлялись ХОКА. Эти различия могут быть связаны с особенностями патогенеза сосудистых катастроф в условиях КС. Тромбоз, возникающий при разрыве или эрозии АСБ, может быть тотальным или частично ограничивающим просвет артерии, а его динамика зависит от баланса фибринолитических процессов [16]. Предполагается, что природно-климатические факторы КС могут способствовать развитию стойкого тотального тромбоза без тенденции к реканализации. Данная гипотеза представляется актуальной и нуждается в проведении дополнительных исследований для более глубокого понимания механизмов влияния различных факторов на развитие и прогрессирование коронарного атеросклероза у пациентов, проживающих в условиях Арктического климата.

Локализация ХОКА в различных сосудистых бассейнах коронарного русла имеет важное значение. Полученные в настоящем исследовании данные о локализации хронических окклюзий согласуются с общемировой статистикой, демонстрируя преобладание поражений в ПКА [17]. При этом наибольшую клиническую значимость имеет локализация хронических окклюзий в ПНА. Учитывая, что ПНА обеспечивает кровоснабжение большей части миокарда левого желудочка, ее окклюзия потенциально приводит к более серьезным последствиям, таким как прогрессирование сердечной недостаточности, формирование аневризмы левого желудочка и ле-

тальному исходу [18, 19]. Вероятно, меньший процент пациентов с ХОКА ПНА, чем ПКА обусловлен тем, что значительная часть этих больных погибает в остром периоде ИМ до проведения КАГ [20]. Этот факт может исказить реальную картину при анализе доминирующей локализации инфаркт-связанной коронарной артерии.

Согласно полученным нами данным, у пациентов, проживающих на КС, статистически значимо чаще окклюзионное поражение локализовалось в проксимальных и средних сегментах крупных эпикардиальных артерий. Следует отметить, что такая локализация поражений является наиболее неблагоприятной. По данным крупного регистра PROGRESS-СТО, у пациентов с ХОКА проксимальных сегментов сердечная недостаточность встречалась значительно чаще по сравнению с пациентами, у которых окклюзии локализовались в средних и дистальных сегментах артерии [21]. Закономерно, что чем проксимальнее расположена окклюзия, тем больше миокарда подвергается ишемии за счет большего вовлечения боковых ветвей, отходящих от основной эпикардиальной коронарной артерии. Именно поэтому практически не встречаются пациенты с хроническими окклюзиями ствола левой коронарной артерии, которые имеют крайне малые шансы на выживание [22].

Высокая частота хронических окклюзионных поражений на КС может быть обусловлена особенностями строения АСБ. Ранее нами было выявлено, что у пациентов на КС по данным оптической когерентной томографии ФАТК определялась чаще, чем у пациентов умеренной климатической зоны. ФАТК считается основным паттерном разрыва АСБ, приводящим к острым тромботическим катастрофам [9].

Ограничения исследования. Основным ограничением данного исследования является его ретроспективный дизайн.

Заключение

Проведенное исследование показало, что у пациентов с ИБС, проживающих на КС, ХОКА определяются чаще в сравнении с больными ЮТО. По результатам мультивариантного анализа проживание в экстремальных природно-климатических условиях являлось независимым предиктором наличия ХОКА при проведении КАГ.

Благодарности. Благодарим научного сотрудника лаборатории РЭМДиЛ Тюменского кардиологического научного центра к.м.н. Каштанова М. Г. за проведенный статистический анализ данных.

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

Литература/References

- Boytsov SA, Zayratians OV, Andreev EM, et al. Comparison of coronary heart disease mortality in men and women age 50 years and older in Russia and USA. *Russian Journal of Cardiology*. 2017;(6):100-7. (In Russ.) Бойцов С.А., Зайратьянц О.В., Андреев Е.М. и др. Сравнение показателей смертности от ишемической болезни сердца среди мужчин и женщин старше 50 лет в России и США. *Российский кардиологический журнал*. 2017;(6):100-7. doi:10.15829/1560-4071-2017-6-100-107.
- Moran AE, Forouzanfar MH, Roth GA, et al. Temporal trends in ischemic heart disease mortality in 21 world regions, 1980 to 2010: the Global Burden of Disease 2010 study. *Circulation*. 2014;129(14):1483-92. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.113.004042.
- Korchin VI, Korchina YA, Ternikova EM, et al. Influence of Climatic and Geographical Factors of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug on the Health of Its Population (Review). *J Med Biol Res*. 2021;9(1):77-88. (In Russ.) Корчин В.И., Корчина Т.Я., Терникова Е.М. и др. Влияние климатогеографических факторов Ямало-Ненецкого автономного округа на здоровье населения (обзор). *Журнал медико-биологических исследований*. 2021;9(1):77-88. doi:10.37482/2687-1491-Z046.
- Marasanov AV, Stekhin AA, Yakovleva GV. An Approach to Public Health Protection in the Arctic Zone of the Russian Federation (Review). *J Med Biol Res*. 2021;9(2):201-12. (In Russ.) Марасанов А.В., Стехин А.А., Яковлева Г.В. Подход к обеспечению здоровьесбережения населения Арктической зоны Российской Федерации (обзор). *Журнал медико-биологических исследований*. 2021;9(2):201-12. doi:10.37482/2687-1491-Z058.
- Hasnulin VI, Hasnulin PV. Modern concepts of the mechanisms forming northern stress in humans in high latitudes. *Hum Ecol*. 2012;19(1):3-11. (In Russ.) Хаснулин В.И., Хаснулин П.В. Современные представления о механизмах формирования северного стресса у человека в высоких широтах. *Экология человека*. 2012;19(1):3-11. doi:10.17816/humeco17512.
- Utegenov RB, Sapozhnikov SS, Kashtanov MG, et al. Features of Coronary Atherosclerosis in Patients with Coronary Artery Disease Residing in the Far North. *Sib J Clin Exp Med*. 2024;39(4):66-74. (In Russ.) Утегенов Р.Б., Сапожников С.С., Каштанов М.Г. и др. Особенности коронарного атеросклероза у пациентов с ишемической болезнью сердца, проживающих на Крайнем Севере. *Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины*. 2024;39(4):66-74. doi:10.29001/1850-9466-2023-606.
- Brilakis ES, Mashayekhi K, Tsuchikane E, et al. Guiding Principles for Chronic Total Occlusion Percutaneous Coronary Intervention. *Circulation*. 2019;140(5):420-33. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.119.039797.
- Allahwala UK, Brilakis ES, Byrne J, et al. Applicability and Interpretation of Coronary Physiology in the Setting of a Chronic Total Occlusion. *Circ Cardiovasc Interv*. 2019;12(7):e007813. doi:10.1161/CIRCINTERVENTIONS.119.007813.
- Utegenov RB, Sapozhnikov SS, Bessonov IS. Atherosclerotic plaque structure according to optical coherence tomography in patients with coronary artery disease living in extreme weather conditions. *Russian Journal of Cardiology*. 2024;29(8):5865. (In Russ.) Утегенов Р.Б., Сапожников С.С., Бессонов И.С. Особенности строения атеросклеротических бляшек по данным оптической когерентной томографии у пациентов с ишемической болезнью сердца, проживающих в экстремальных климатических условиях. *Российский кардиологический журнал*. 2024;29(8):5865. doi:10.15829/1560-4071-2024-5865.
- Korneeva EV, Trekina NE, Mamina AA. The influence of food behavior and physical activity on the development of metabolic syndrome in young economically active population living in the far north areas. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2015;14(1):41-6. (In Russ.) Корнеева Е.В., Трекина Н.Е., Мамина А.А. Влияние пищевого поведения и физической активности на развитие метаболического синдрома у молодого трудоспособного населения, длительно проживающего в условиях Крайнего Севера. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2015;14(1):41-6. doi:10.15829/1728-8800-2015-1-41-46.
- Kozhokar KG, Urvantceva IA, Nikolaev KYu. Analysis of psychosocial characteristics of patients with acute coronary syndrome living in the conditions of the North. *Sib Med Rev*. 2017;(6):110-5. (In Russ.) Кожокар К.Г., Урванцева И.А., Николаев К.Ю. Анализ психосоциальных характеристик пациентов с острым коронарным синдромом, проживающих в условиях Севера. *Сибирское медицинское обозрение*. 2017;(6):110-5. doi:10.20333/2500136-2017-6-110-115.
- Kotelkina OS, Nikolaev KYu, Lifshitz GI. Associations of psychosocial factors with adherence for medicamentous treatment in post-myocardial infarction patients. *Atherosclerosis*. 2022;18(4):395-404. (In Russ.) Котелкина О.С., Николаев К.Ю., Лифшиц Г.И. Ассоциации некоторых психосоциальных факторов с сердечно-сосудистыми заболеваниями и приверженностью к медикаментозному лечению у пациентов, перенесших инфаркт миокарда. *Атеросклероз*. 2022;18(4):395-404. doi:10.52727/2078-256X-2022-18-4-395-404.
- Christofferson RD, Lehmann KG, Martin GV, et al. Effect of chronic total coronary occlusion on treatment strategy. *Am J Cardiol*. 2005;95(9):1088-91. doi:10.1016/j.amjcard.2004.12.065.
- Azzalini L, Jolicoeur EM, Pighi M, et al. Epidemiology, Management Strategies, and Outcomes of Patients With Chronic Total Coronary Occlusion. *Am J Cardiol*. 2016;118(8):1128-35. doi:10.1016/j.amjcard.2016.07.023.
- Vemuri KS, Sihag BK, Sharma Y, et al. Real world perspective of coronary chronic total occlusion in third world countries: A tertiary care centre study from northern India. *Indian Heart J*. 2021;73(2):156-60. doi:10.1016/j.ihj.2021.03.001.
- Vlasov TD, Yashin SM. Arterial and venous thrombosis. Is the Virchow's triad always valid? *Reg Blood Circ Microcirc*. 2022;21(1):78-86. (In Russ.) Власов Т.Д., Яшин С.М. Артериальные и венозные тромбозы. Всегда ли применима триада Вирхова? *Регионарное кровообращение и микроциркуляция*. 2022;21(1):78-86. doi:10.24884/1682-6655-2022-21-1-78-86.
- Rempakos A, Alexandrou M, Mutlu D, et al. Predictors of successful primary antegrade wiring in chronic total occlusion percutaneous coronary intervention. *J Invasive Cardiol*. 2024;36(6). doi:10.25270/jic/23.00305.
- Bessonov IS, Kuznetsov VA, Sapozhnikov SS, et al. The risk score for in-hospital mortality in patients with ST-segment elevation myocardial infarction. *Kardiologia*. 2021;61(9):11-9. (In Russ.) Бессонов И.С., Кузнецов В.А., Сапожников С.С. и др. Шкала оценки риска госпитальной летальности у пациентов с острым инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST электрокардиограммы. *Кардиология*. 2021;61(9):11-9. doi:10.18087/cardio.2021.9.n1720.
- Ferrante G, Barbieri L, Sponzilli C, et al. Predictors of Mortality and Long-Term Outcome in Patients with Anterior STEMI: Results from a Single Center Study. *J Clin Med*. 2021;10(23):5634. doi:10.3390/jcm10235634.
- Badoian AG, Krestyaninov OV, Khelimski DA, et al. Predictors to quality of life improvements in patients with chronic coronary total occlusion depending on the selected treatment strategy. *Complex Issues Cardiovasc Dis*. 2021;10(2):72-83. (In Russ.) Бадоян А.Г., Крестьянинов О.В., Хелимский Д.А. и др. Предикторы улучшения качества жизни пациентов с хроническими окклюзиями коронарных артерий в зависимости от тактики ведения. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний*. 2021;10(2):72-83. doi:10.17802/2306-1278-2021-10-2-72-83.
- Garcia S, Alraies MC, Karatasakis A, et al. Coronary artery spatial distribution of chronic total occlusions: Insights from a large US registry. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2017;90(1):23-30. doi:10.1002/ccd.26844.
- Kanabar K, Mehrotra S, P R. Ostial left main coronary artery chronic total occlusion presenting as chronic stable angina. *Indian Heart J*. 2018;70(5):745-9. doi:10.1016/j.ihj.2018.04.012.