

Отдаленные результаты сравнения микрохирургической и стандартной техники коронарного шунтирования у пациентов с сопутствующим сахарным диабетом

К.Н. Калдар¹, С.А. Альсов^{1,2}, С.Е. Хрущев³, Н.М. Абилов¹, М.В. Окилов¹, Т.А. Пахмутьева¹, Д.А. Сирота^{1,2}, А.М. Чернявский^{1,2}

Для корреспонденции:

Кайсар Нурланулы Калдар,
kaldar_k@meshalkin.ru, kaisarkaldar@mail.ru

Поступила в редакцию 25 августа 2025 г.
Исправлена 10 ноября 2025 г. Принята
к печати 23 декабря 2025 г.

Цитировать: Калдар К.Н., Альсов С.А., Хрущев С.Е., Абилов Н.М., Окилов М.В., Пахмутьева Т.А., Сирота Д.А., Чернявский А.М. Отдаленные результаты сравнения микрохирургической и стандартной техники коронарного шунтирования у пациентов с сопутствующим сахарным диабетом. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2026;30(1):40-54. <https://doi.org/10.21688/1681-3472-2026-1-40-54>

Информированное согласие

Получено информированное согласие пациентов на использование медицинских данных в научных целях.

Финансирование

Работа С.Е. Хрущева выполнялась в рамках государственного задания ИМ СО РАН (проект FWNF-2024-0001).

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов

Концепция и дизайн работы: К.Н. Калдар, С.А. Альсов
Сбор и анализ данных: К.Н. Калдар, Н.М. Абилов, М.В. Окилов, Т.А. Пахмутьева
Статистическая обработка данных:
С.Е. Хрущев, К.Н. Калдар
Написание статьи: К.Н. Калдар, С.А. Альсов
Исправление статьи: Д.А. Сирота, С.А. Альсов, А.М. Чернявский
Утверждение окончательного варианта статьи: все авторы

ORCID

К.Н. Калдар,
<https://orcid.org/0000-0002-4940-0852>

С.А. Альсов,
<https://orcid.org/0000-0002-3427-8137>

С.Е. Хрущев,
<https://orcid.org/0000-0002-0281-5022>

Н.М. Абилов,
<https://orcid.org/0009-0002-3918-3943>

М.В. Окилов,
<https://orcid.org/0009-0000-0009-0745>

Т.А. Пахмутьева,
<https://orcid.org/0009-0000-6198-4208>

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск, Российская Федерация

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск, Российская Федерация

³ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт математики им. С.Л. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск, Российская Федерация

Аннотация

Актуальность. Проблема реваскуляризации миокарда путем коронарного шунтирования осложняется у пациентов с сахарным диабетом из-за диффузного поражения коронарного русла и малого диаметра целевых артерий, что повышает риск окклюзии шунтов. Качество дистального анастомоза, обеспечиваемое микрохирургической техникой, может быть критически важным для долгосрочных исходов у этой группы.

Цель. Сравнить отдаленные результаты микрохирургической и стандартной техник коронарного шунтирования у пациентов с сопутствующим сахарным диабетом.

Методы. Проведен ретроспективный анализ данных 478 пациентов с сахарным диабетом, перенесших изолированное коронарное шунтирование в период с 2012 по 2022 г. Пациенты были разделены на две группы: группа стандартной техники (ОПТ, $n = 186$) и группа микрохирургической техники (MICRO, $n = 292$). Для выравнивания групп по базовым характеристикам применялась псевдорандомизация (propensity score matching), где после сопоставления размер каждой группы составил 167 пациентов. При оценке долгосрочных результатов лечения первичной конечной точкой была свобода от больших неблагоприятных сердечно-сосудистых и цереброваскулярных событий (англ. Major Adverse Cardiac and Cerebrovascular Events, MACCE), в которую входили кардиальная смерть (смерть, возникшая из-за заболевания сердца), инфаркт миокарда, инсульт, повторная реваскуляризация. В качестве вторичных конечных точек оценивали выживаемость и отдельные компоненты MACCE.

Результаты. Микрохирургическая техника продемонстрировала статистически значимое преимущество в плане отсутствия MACCE ($p = 0,012$). Десятилетняя свобода от MACCE составила 44,3 % в группе ОПТ и 59,4 % в группе MICRO. Многофакторный регрессионный анализ выявил продолжительность инотропной поддержки ($p = 0,006$), женский пол ($p = 0,012$), количество шунтов ($p = 0,003$) и конечный диастолический объем левого желудочка ($p = 0,007$) как независимые предикторы MACCE.

Статистически значимых различий в общей выживаемости между группами ОПТ и MICRO выявлено не было ($p = 0,060$). Десятилетняя выживаемость составила 65,8 и 82 % соответственно. Многофакторный регрессионный анализ выявил женский пол ($p = 0,037$) и количество шунтов ($p = 0,021$) как независимые факторы, влияющие на выживаемость.

Микрохирургическая техника продемонстрировала статистически значимое преимущество в плане кардиальной летальности ($p = 0,003$). Многофакторный регрессионный анализ указал на женский пол ($p = 0,025$), возраст пациентов ($p = 0,034$) и количество шунтов ($p = 0,026$) как на значимые независимые предикторы кардиальной летальности.

Анализ свободы от повторной реваскуляризации выявил тенденцию к улучшению в группе MICRO, но различия не достигли статистической значимости

Д.А. Сирота,
<https://orcid.org/0000-0002-9940-3541>

А.М. Чернявский,
<https://orcid.org/0000-0001-9818-8678>

© Калдар К.Н., Альсов С.А.,
Хрущев С.Е., Абилов Н.М., Окилов М.В.,
Пахмутева Т.А., Сирота Д.А.,
Чернявский А.М., 2026



($p = 0,17$). Статистически значимых предикторов повторной реваскуляризации выявлено не было.

Микрохирургическая техника была связана со статистически значимым снижением риска инфаркта миокарда ($p < 0,001$). Многофакторный регрессионный анализ выявил микрохирургическую технику ($p = 0,001$), женский пол пациента ($p = 0,011$), продолжительность искусственного кровообращения ($p = 0,043$), время пережатия аорты ($p = 0,046$), продолжительность инотропной поддержки ($p = 0,001$) и количество шунтов ($p = 0,028$) как независимые факторы, связанные с риском развития инфаркта миокарда.

Заключение. Микрохирургическая техника коронарного шунтирования у пациентов с сахарным диабетом связана с улучшением долгосрочных результатов, проявляющимся в более низкой частоте МАССЕ, кардиальной летальности и увеличении частоты случаев без инфаркта миокарда.

Ключевые слова: искусственное кровообращение; коронарное шунтирование; микрохирургическая техника; операционный микроскоп; отдаленные результаты; сахарный диабет

Long-term outcomes of microsurgical vs standard coronary artery bypass grafting in patients with concomitant diabetes mellitus

Kaisar N. Kaldar¹, Sergey A. Al'sov^{1,2}, Sergey E. Khrushchev³, Nurgazy M. Abilov¹, Mukhammadjon V. Okilov¹, Tatyana A. Pakhmuteva¹, Dmitry A. Sirota^{1,2}, Alexander M. Chernyavski^{1,2}

Corresponding author: Kaisar N. Kaldar,
kaldar_k@meshalkin.ru, kaisarkaldar@mail.ru
Received 25 August 2025. Revised
10 November 2025. Accepted 23 December 2025.

How to cite: Kaldar K.N., Al'sov S.A.,
Khrushchev S.E., Abilov N.M., Okilov M.V.,
Pakhmuteva T.A., Sirota D.A., Chernyavski A.M.
Long-term outcomes of microsurgical vs
standard coronary artery bypass grafting
in patients with concomitant diabetes
mellitus. *Patologiya krovoobrashcheniya
i kardiokhirurgiya = Circulation Pathology and
Cardiac Surgery*. 2026;30(1):40-54. (In Russ.)
<https://doi.org/10.21688/1681-3472-2026-1-40-54>

Informed consent

All patients provided informed consent for the use of their medical data for scientific purposes.

Funding

The work of S. Khrushchev was supported by the Program for fundamental scientific research of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (project number FWNF-2024-0001).

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Contribution of the authors

Conception and study design: K.N. Kaldar,
S.A. Al'sov
Data collection and analysis: K.N. Kaldar,
N.M. Abilov, M.V. Okilov, T.A. Pakhmuteva
Statistical analysis: S.E. Khrushchev, K.N. Kaldar
Drafting the article: K.N. Kaldar, S.A. Al'sov
Critical revision of the article: D.A. Sirota,
S.A. Al'sov, A.M. Chernyavski
Final approval of the version to be published: all
authors

¹ Meshalkin National Medical Research Center, Novosibirsk, Russian Federation

² Novosibirsk State Medical University, Novosibirsk, Russian Federation

³ Sobolev Institute of Mathematics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russian Federation

Abstract

Introduction. CABG outcomes are particularly complicated in patients with diabetes mellitus due to diffuse coronary disease and smaller target artery diameters, increasing the risk of graft occlusion. The quality of the distal anastomosis, enhanced by microsurgical technique, may be critical for long-term results in this group.

Objective. To compare the long-term outcomes of microsurgical versus standard coronary artery bypass grafting (CABG) in patients with concomitant diabetes mellitus.

Methods. A retrospective analysis included 478 diabetic patients who underwent isolated CABG between 2012 and 2022. Patients were stratified into two groups: those undergoing standard CABG (OPT, $n = 186$) and those undergoing microsurgical CABG (MICRO, $n = 292$). To mitigate selection bias, 1:1 propensity score matching was performed, yielding 167 matched pairs ($n = 167$ per group). The primary endpoint for long-term outcomes was freedom from major adverse cardiac and cerebrovascular events (MACCE). Secondary endpoints included overall survival and the individual components of MACCE.

Results. The microsurgical technique was associated with a statistically significant increase in freedom from MACCE compared to the standard technique (10-year freedom: 59.4 % vs 44.3 %, $p = 0.012$). Multivariate Cox regression identified duration of inotropic support ($p = 0.006$), female sex ($p = 0.012$), number of grafts ($p = 0.003$), and left ventricular end-diastolic volume (LVEDV; $p = 0.007$) as independent predictors of MACCE.

No statistically significant difference in overall survival was observed between groups (10-year survival: 82.0 % vs 65.8 %; $p = 0.060$). Multivariate analysis identified female sex ($p = 0.037$) and number of grafts ($p = 0.021$) as independent factors influencing survival.

Cardiac mortality was significantly lower in the MICRO group ($p = 0.003$). Independent predictors of cardiac mortality included female sex ($p = 0.025$), patient age ($p = 0.034$), and number of grafts ($p = 0.026$).

ORCID

K.N. Kaldar, <https://orcid.org/0000-0002-4940-0852>
S.A. Al'sov, <https://orcid.org/0000-0002-3427-8137>
S.E. Khrushchev, <https://orcid.org/0000-0002-0281-5022>
N.M. Abilov, <https://orcid.org/0009-0002-3918-3943>
M.V. Okilov, <https://orcid.org/0009-0000-0009-0745>
T.A. Pakhmuteva,
<https://orcid.org/0009-0000-6198-4208>
D.A. Sirota, <https://orcid.org/0000-0002-9940-3541>
A.M. Chernyavski,
<https://orcid.org/0000-0001-9818-8678>

© 2026 Kaldar et al.



While a trend towards improved freedom from repeat revascularization was noted in the MICRO group, the difference was not statistically significant ($p = 0.17$). No independent predictors for repeat revascularization were identified.

The incidence of myocardial infarction was significantly reduced in the MICRO group ($p < 0.001$). On multivariate analysis, the microsurgical technique ($p = 0.001$), female sex ($p = 0.011$), cardiopulmonary bypass duration ($p = 0.043$), aortic cross-clamp time ($p = 0.046$), inotropic support duration ($p = 0.001$), and number of grafts ($p = 0.028$) were independent factors associated with myocardial infarction risk.

Conclusion. In patients with diabetes mellitus, microsurgical CABG is associated with superior long-term outcomes, evidenced by significantly greater freedom from MACCE, reduced cardiac mortality, and a lower incidence of myocardial infarction compared to the standard technique.

Keywords: cardiopulmonary bypass; coronary artery bypass grafting; diabetes mellitus; long-term results; microsurgical technique; surgical microscope

Введение

Коронарная артериальная реваскуляризация с использованием операционного микроскопа представляет собой инновационную технику прямой реваскуляризации миокарда.

Широкое поле обзора, которое обеспечивает операционный микроскоп для хирурга и его ассистента, а также возможность регулировки увеличения в соответствии с диаметром целевой коронарной артерии позволяют оперативно выявлять и корректировать типичные технические ошибки, возникающие при формировании дистального анастомоза. Это способствует формированию высокоточных коронарных анастомозов.

Операционный микроскоп и микрохирургическая техника для прямой реваскуляризации миокарда были впервые применены в сердечно-сосудистой хирургии Дж. Грином в 1968 г., когда он выполнил анастомоз внутренней грудной артерии с передней нисходящей артерией, используя операционный микроскоп и микрохирургическую технику [1].

Как подчеркивается в работе Katsumoto K., использование операционного микроскопа приобретает особое значение при наложении анастомоза внутренней грудной артерии с передней нисходящей артерией (ПНА). Диаметр внутренней грудной артерии обычно меньше диаметра аутолены, а ее стенки отличаются особой тонкостью, что требует от хирурга максимальной точности и контроля при манипуляциях [2].

Данные 20-летнего наблюдения за пациентами после коронарного шунтирования (КШ) свидетельствуют о том, что использование операционного микроскопа является самостоятельным фактором, положительно влияющим на выживаемость после КШ в различные сроки после операции [3].

В исследовании, опубликованном Акчуриным Р.С. и соавт. [4] в 2016 г., была продемонстрирована эффективность микрохирургической техники коронарного шунтирования, превосходящая таковую у традиционного метода. Анализ 10-летней выживаемости выявил значительное преимущество микрохирургического метода над традиционным КШ: 84,3 % против 70,2 % соответственно ($p = 0,03$). Кроме того, в группе микрохирургии отмечено снижение частоты нефатальных инфарктов миокарда (9,6 % против 21,2 %; $p = 0,03$) и повторных операций (10,8 % против 22,3 %; $p = 0,04$).

В своем исследовании Spagnolo S. и соавт. [5], включив в него 388 пациентов, которым была проведена реваскуляризация миокарда с использованием микрохирургической и стандартной техник, сообщили, что проходимость шунтов в группе с микрохирургической техникой составил 83 %, что выше по сравнению с традиционной техникой, в которой доля проходимых шунтов составила 52 %. Повторная ангиография проводилась в среднем через $6,7 \pm 5$ лет после первой операции в группе со стандартной техникой и через $5,8 \pm 4$ года в группе с микрохирургической техникой. Независимо от применяемого кондуита проходимость всегда была выше при использовании микрохирургии. Однако из-за относительно небольшого размера выборки исследования разница между техниками достигала статистической значимости только при сравнении проходимости аутовенозных шунтов.

Часто упускается из виду важность стеноза в области дистального анастомоза, возникающего в результате неоптимальной техники наложения швов. Очевидно, что сложность выполнения качественного анастомоза возрастает при работе с сосудами меньшего диаметра, и действительно, существует обратная корреляция между размером сосуда-реципиента и частотой окклюзии шунта. Например, 10-летняя прохо-

димось аутовенозных шунтов к ПНА составляла 90 %, если калибр сосуда составлял 2 мм и более, и лишь 52 %, если диаметр ПНА составлял менее 2 мм [6].

Проблема реваскуляризации миокарда осложняется у пациентов с сахарным диабетом, при котором характерно диффузное поражение коронарного русла. Данная особенность патологического процесса приводит к уменьшению диаметра целевых артерий, что является фактором, предрасполагающим к повышенному риску ранней окклюзии шунтов (в течение первого месяца и года после операции) и, как следствие, к неблагоприятным исходам хирургической реваскуляризации. Приведенные данные подкреплены результатами соответствующих исследований, подтверждающих связь между сахарным диабетом, малым диаметром коронарных артерий и риском окклюзии шунтов [7–10].

Анализ данных 377 909 участников Биобанка Великобритании выявил, что ишемическая болезнь сердца (ИБС) в сочетании с сахарным диабетом более чем вдвое повышает риск летального исхода при сердечно-сосудистых заболеваниях [11]. Важно отметить, что до 75 % пациентов с ИБС могут иметь сопутствующий сахарный диабет [12].

С учетом вышеописанных особенностей, влияющих на проходимость шунтов, качество наложения анастомоза приобретает особое значение. Применение микроскопа для визуализации операционного поля, обеспечивающего точное и атравматичное наложение швов, представляется критически важным для оптимизации результатов хирургической реваскуляризации миокарда, особенно у пациентов с сахарным диабетом и поражением дистального русла коронарных артерий.

Кроме того, диабет – это состояние, сопровождающееся хроническим воспалением и макро- и микрососудистой дисфункцией. Некоторые из наиболее серьезных осложнений, такие как хроническая болезнь почек и инфаркт миокарда, проявляются не сразу, а спустя длительный период времени. Следовательно, требуется последующее наблюдение и изучение долгосрочных послеоперационных исходов в большой группе пациентов.

Цель данного исследования – сравнить между собой результаты микрохирургической и стандартной техники коронарного шунтирования у пациентов с сопутствующим сахарным диабетом.

Методы

Проведен ретроспективный анализ результатов лечения 478 пациентов в период с 2012 по 2022 г.: 268 (56,07 %) мужчин и 210 (43,93 %) женщин, которые

были прооперированы в клинике N. В исследовании были включены только пациенты с установленным диагнозом «сахарный диабет». В зависимости от метода хирургической техники реваскуляризации миокарда пациенты были разделены на группы: ОПТ – группа пациентов, которым КШ выполнялось стандартной техникой с использованием хирургических бинокулярных с увеличением 4,5 ($n = 186$), и MICRO – группа пациентов с микрохирургической техникой с использованием операционного микроскопа с увеличением от 6 до 8 крат ($n = 292$). Всем пациентам было выполнено плановое оперативное вмешательство в объеме изолированного коронарного шунтирования через срединную стернотомию в условиях искусственного кровообращения. Во всех случаях для реваскуляризации ПНА использовалась левая внутренняя грудная артерия, для шунтирования ветвей огибающей и правой коронарной артерий использовались аутовенозные кондуиты.

В клинике N разработана собственная методика микрохирургической техники коронарного шунтирования [13; 14]. При формировании дистального анастомоза используется стандартный шовный материал, но формирование анастомоза происходит лишь одним коротким концом нити (около 5–7 см). Это обеспечивает постоянное видимое поле для иглы как для хирурга, так и для ассистента. Анастомоз с коронарной артерией начинается с шва на адвентиции кондуита (аутоартерия или аутовена) с отступом около 1 мм от «носки». Шьем дальнюю сторону, вводя иглу со стороны адвентиции к интима кондуита и затем в коронарную артерию, также отступая 1 мм от дистального края артериотомии. Выполняем непрерывный шов к «пятке» кондуита, затем закрепляем и подтягиваем нити, чтобы «посадить» анастомоз. После этого шьем ближнюю сторону, вводя иглу со стороны адвентиции к интима и в артерию, доводя линию швов до «носки» и дистальной части. В конце срезаем иглу и завязываем узлы при помощи инструмента (лигатурного пинцета или иглодержателя).

Применение этой техники исключает необходимость заказывать короткие нити для нужд коронарной микрохирургии.

Критерии включения и исключения

Критерии включения: пациенты с ИБС и гемодинамически значимым поражением 2–3 коронарных артерий и наличием показаний и отсутствием противопоказаний к операции, стабильная стенокардия напряжения II–IV функционального класса по классификации Канадского сердечно-сосудистого общества, возраст пациента старше 18 лет, фракция выброса левого желудочка более 35 %, диаметр целевых сосудов

не более 1,5 мм по данным селективной коронароангиографии, наличие сахарного диабета.

Критерии исключения: необходимость экстренного коронарного шунтирования, острый коронарный синдром, сопутствующая сердечная патология, требующая проведения одномоментного вмешательства, повторная операция на сердце, коронарное шунтирование на работающем сердце (off-pump), тяжелая сопутствующая патология с ожидаемой продолжительностью жизни менее 1 года.

Конечные точки исследования

При оценке долгосрочных результатов лечения в качестве **первичной конечной** точки исследования рассматривалась свобода от больших неблагоприятных сердечно-сосудистых и цереброваскулярных событий (англ. *Major Adverse Cardiac and Cerebrovascular Events*, МАССЕ), в которую входили кардиальная смерть (смерть, возникшая из-за заболевания сердца), инфаркт миокарда, инсульт, повторная реваскуляризация.

В качестве **вторичных конечных точек** оценивали выживаемость и отдельные компоненты МАССЕ (кардиальная смерть, инфаркт миокарда, повторная реваскуляризация).

В исследование включено 478 пациентов. В госпитальном периоде было зафиксировано 7 летальных исходов: OPT ($n = 3$), MICRO ($n = 4$). Для сбора информации использовался телефонный контакт с пациентами или их ближайшими родственниками. В ходе телефонного опроса была получена информация о 319 пациентах, что составляет 67,73 % от общего числа. Со 152 пациентами (32,27 %) установить контакт по телефону не удалось. При отсутствии телефонного контакта информация бралась из последней доступной медицинской документации, в которой был зафиксирован статус пациента.

Для выравнивания групп по базовым характеристикам был использован статистический метод псевдорандомизации (propensity score matching), при котором сопоставление проводилось для 478 пациентов. После сопоставления в каждой группе (OPT и MICRO) осталось по 167 пациентов. Общая медиана времени наблюдения составила 35,7 месяца (диапазон – 0,2–132,8 месяца). В группе MICRO медиана времени наблюдения составила 31,3 месяца (общий диапазон – 0,5–132,8 месяца), в группе OPT – 40,6 месяца (общий диапазон – 0,2–131,8 месяца).

Все пациенты дали письменное информированное согласие, исследование проводилось в соответствии с принципами Хельсинкской декларации.

Статистический анализ

Для сравнительной оценки отдаленных исходов между группами OPT и MICRO применялась псевдорандомизация (propensity score matching) в соотношении 1:1. Использовалось сопоставление ближайшего соседа без возвращения с максимальным внутрисерийным расстоянием (caliper) 0,1 для индексов склонности – вероятностей попадания в группу MICRO. Индекс склонности оценивался с помощью логистической регрессии с учетом следующих ковариат: пол, возраст, рост, вес, индекс массы тела (ИМТ), площадь поверхности тела, курение, хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ), артериальная гипертензия, чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ) до операции, мультифокальный атеросклероз, острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК), хроническая болезнь почек (ХБП) / хроническая почечная недостаточность (ХПН), функциональный класс, инфаркт миокарда в анамнезе, количество шунтов (как категориальная переменная), фракция выброса (ФВ) левого желудочка (ЛЖ), конечный диастолический объем левого желудочка (КДО ЛЖ), конечный систолический объем левого желудочка (КСО ЛЖ). Для проверки баланса между группами после сопоставления вычислялись абсолютные стандартизированные разности (АСР) как абсолютные стандартизированные разности средних для непрерывных переменных и как абсолютные разности пропорций для бинарных переменных, кроме того, для непрерывных переменных вычислялись отношения дисперсий. Переменная считалась сбалансированной между группами, если абсолютная стандартизированная разность была $< 0,1$ и в случае непрерывной переменной отношение дисперсий было < 2 и $> 0,5$. Непрерывные переменные представлены в виде медианы с указанием межквартильного размаха. Категориальные переменные представлены в виде абсолютных значений с указанием процентных долей.

Отдаленные исходы сравнивались для сопоставленных данных с помощью однофакторной регрессии Кокса. Для графического представления результатов использовались кривые Каплана – Мейера, где на графиках приведены значения отношения рисков (ОР) с указанием 95 % доверительных интервалов (95 % ДИ) и соответствующих значений p . Дополнительно для сопоставленных данных использовалась многофакторная модель регрессии Кокса для оценки факторов риска. Многофакторная модель включала следующие объясняющие переменные: микрохирургическая техника, пол, возраст, ИМТ, площадь поверхности тела, курение, ХОБЛ, хроническая болезнь почек (ХБП) / хро-

ническая почечная недостаточность (ХПН), инсульт, мультифокальный атеросклероз, инфаркт в анамнезе, функциональный класс стенокардии напряжения, ФВ ЛЖ, КДО ЛЖ, КСО ЛЖ, время искусственного кровообращения (ИК), окклюзии аорты (ОА), длительность искусственной вентиляции легких (ИВЛ), длительность инотропной поддержки. Значение $p < 0,05$ считалось статистически значимым. Статистические

расчеты производили с помощью пакетов R version 4.3.3 (R Foundation for Statistical Computing, Австрия, <https://www.R-project.org/>).

Результаты

При псевдорандомизации был достигнут допустимый баланс по всем переменным. Результаты представлены в табл. 1.

Табл. 1. Сравнительная характеристика пациентов и хирургического вмешательства (количество шунтов) до и после процедуры псевдорандомизации

Показатель	Несопоставленные			Сопоставленные		
	ОПТ	МІСRO	АСР	ОПТ	МІСRO	АСР
Количество пациентов, n (%)	186 (100)	292 (100)		167 (100)	167 (100)	
Пол (женский), n (%)	65 (34,9)	145 (49,7)	0,147	64 (38,3)	73 (43,7)	0,054
Возраст, лет	63 (59–68)	65 (60–69)	0,121	63 (59–68)	64 (59,5–69)	0,07
Рост, см	168 (160–173)	164 (158–171)	0,21	167 (160–172,5)	166 (159–172)	0,053
Вес, кг	85 (78–96)	84 (76–95)	0,133	84 (78–96)	84 (76–95)	0,069
Индекс массы тела, кг/м ²	30,4 (28,1–35)	31,1 (28,3–34,5)	0,018	30,4 (28–35)	30,6 (28–34)	0,047
Площадь поверхности тела, м ²	2 (1,9–2,1)	2 (1,8–2,1)	0,157	2 (1,9–2,1)	2 (1,9–2,1)	0,081
Курение, n (%)	47 (25,3)	44 (15,1)	0,102	35 (21)	29 (17,4)	0,036
ХОБЛ, n (%)	9 (4,8)	5 (1,7)	0,031	5 (3)	2 (1,2)	0,018
Артериальная гипертензия, n (%)	184 (98,9)	290 (99,3)	0,004	165 (98,8)	165 (98,8)	0
ЧКВ до операции, n (%)	0 (0)	2 (0,7)	0,007	0 (0)	0 (0)	0
Мультифокальный атеросклероз, n (%)	61 (32,8)	107 (36,6)	0,038	52 (31,1)	60 (35,9)	0,048
ОНМК, n (%)	12 (6,5)	25 (8,6)	0,021	11 (6,6)	13 (7,8)	0,012
ХБП/ХПН, n (%)	40 (21,5)	65 (22,3)	0,008	37 (22,2)	44 (26,3)	0,042
0ФК СН, n (%)	0 (0)	5 (1,7)	0,017	0 (0)	0 (0)	0
1ФК СН, n (%)	2 (1,1)	6 (2,1)	0,01	2 (1,2)	2 (1,2)	0
2ФК СН, n (%)	52 (28)	47 (16,1)	0,119	40 (24)	32 (19,2)	0,048
3ФК СН, n (%)	117 (62,9)	209 (71,6)	0,087	112 (67,1)	116 (69,5)	0,024
4ФК СН, n (%)	15 (8,1)	25 (8,6)	0,005	13 (7,8)	17 (10,2)	0,024
Инфаркт миокарда в анамнезе, n (%)	114 (61,3)	192 (65,8)	0,045	105 (62,9)	114 (68,3)	0,054
Количество шунтов, 3 шунта, n (%)	84 (45,2)	163 (55,8)	0,106	83 (49,7)	83 (49,7)	0
ФВ ЛЖ, %	60 (53–65)	60 (54–65)	0,017	60 (52,5–65)	60 (54–65)	0,006
КДО ЛЖ, мл	95 (81,2–122)	94 (78–118,2)	0,104	93 (80,5–120)	94 (79–121)	0
КСО ЛЖ, мл	38 (28–51,5)	37 (28,8–51,2)	0,082	36 (28–50)	38 (28,5–53)	0,016

Примечание. АСР – абсолютная стандартизированная разность; КДО ЛЖ – конечный диастолический объем левого желудочка; КСО ЛЖ – конечный систолический объем левого желудочка; ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения; ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка; ФК СН – функциональный класс стенокардии напряжения; ХБП/ХПН – хроническая болезнь почек/хроническая почечная недостаточность; ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких; ЧКВ – чрескожное коронарное вмешательство; МІСRO – группа микрохирургического вмешательства; ОПТ – группа стандартной техники.

Рис. 1. Свобода от больших неблагоприятных сердечно-сосудистых событий
 Примечание. МАССЕ – большие неблагоприятные сердечно-сосудистые и цереброваскулярные события;
 MICRO – группа микрохирургического вмешательства;
 OPT – группа стандартной техники.

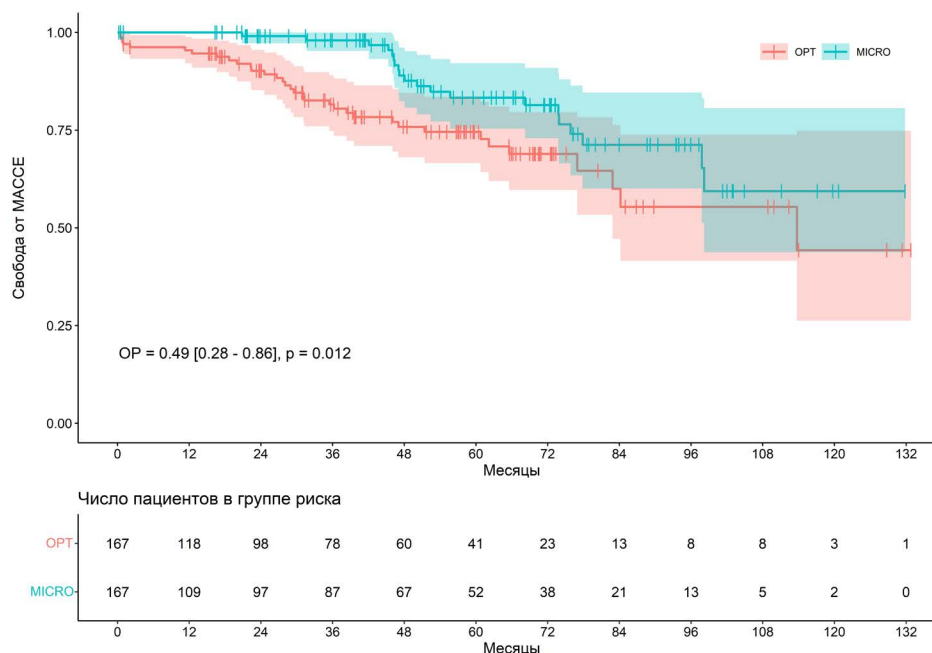


Табл. 2. Предикторы больших неблагоприятных сердечно-сосудистых событий (МАССЕ)

Характеристика	Результаты моделей регрессии Кокса с исходом «МАССЕ» (после сопоставления)					
	Однофакторная регрессионная модель			Многофакторная регрессионная модель		
	ОР	95 % ДИ	p	ОР	95 % ДИ	p
Микрохирургическая техника	0,49	[0,28; 0,86]	0,012	0,60	[0,26; 1,37]	0,22
Женский пол	0,67	[0,38; 1,19]	0,17	0,29	[0,11; 0,76]	0,012
Возраст, 1 ед. = 10 лет	1,17	[0,79; 1,74]	0,42	0,91	[0,57; 1,47]	0,71
ИМТ	1,03	[0,97; 1,08]	0,36	1,07	[0,95; 1,20]	0,28
Площадь поверхности тела, м ²	1,60	[0,44; 5,91]	0,48	0,42	[0,02; 9,77]	0,59
Курение	0,92	[0,46; 1,82]	0,80	0,90	[0,43; 1,91]	0,79
ХОБЛ	1,78	[0,43; 7,37]	0,42	1,13	[0,23; 5,63]	0,88
ХБП/ХПН	1,03	[0,58; 1,85]	0,91	0,76	[0,40; 1,48]	0,42
Инсульт	0,53	[0,13; 2,19]	0,38	0,58	[0,12; 2,75]	0,49
Мультифокальный атеросклероз	0,64	[0,35; 1,17]	0,14	0,80	[0,39; 1,66]	0,55
Инфаркт в анамнезе	1,34	[0,74; 2,43]	0,34	1,48	[0,74; 2,96]	0,26
3ФК СН vs 1–2ФК СН	2,20	[0,87; 5,56]	0,10	1,52	[0,58; 4,02]	0,39
4ФК СН vs 1–2ФК СН	2,00	[0,48; 8,40]	0,34	0,85	[0,09; 7,60]	0,88
ФВ ЛЖ, %	1,00	[0,97; 1,03]	0,79	1,05	[0,99; 1,11]	0,11
КДО ЛЖ, мл	1,00	[0,99; 1,01]	0,83	0,98	[0,96; 0,99]	0,007
КСО ЛЖ, мл	1,00	[0,99; 1,01]	0,47	1,02	[1,00; 1,05]	0,053
Количество шунтов, 3 шунта	0,67	[0,39; 1,14]	0,14	0,33	[0,16; 0,69]	0,003
Время ИК, 1 ед. = 10 мин	1,13	[1,01; 1,26]	0,041	1,37	[0,90; 2,09]	0,14
Время ОА, 1 ед. = 10 мин	1,18	[1,01; 1,38]	0,043	0,78	[0,42; 1,47]	0,45
Длительность ИВЛ	0,99	[0,96; 1,02]	0,61	0,97	[0,90; 1,04]	0,35
Длительность инотропной поддержки	1,01	[1,00; 1,02]	0,14	1,03	[1,01; 1,05]	0,006

Примечание. ДИ – доверительный интервал; ИВЛ – искусственная вентиляция легких; ИК – искусственное кровообращение; ИМТ – индекс массы тела; КДО ЛЖ – конечный диастолический объем левого желудочка; КСО ЛЖ – конечный систолический объем левого желудочка; ОА – окклюзия аорты; ОР – отношение рисков; ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка; ФК СН – функциональный класс стенокардии напряжения; ХБП/ХПН – хроническая болезнь почек / хроническая почечная недостаточность; ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких.

Табл. 3. Динамика выживаемости в разные периоды, %

Показатель	Месяцы после операции				
	12	36	60	72	120
MICRO	98,2	96,9	91,9	91,9	82,0
OPT	96,4	91,6	89,0	86,5	65,8

$p = 0,060$

Примечание. MICRO – группа микрохирургического вмешательства; OPT – группа стандартной техники.

Анализ МАССЕ и их предикторы

Оценка свободы от серьезных сердечно-сосудистых и цереброваскулярных событий (МАССЕ) выявила статистически значимое преимущество микрохирургической техники реваскуляризации миокарда (рис. 1). Десятилетняя свобода от МАССЕ в группе микрохирургического вмешательства (MICRO) составила 59,4 %, в то время как в группе стандартной техники (OPT) этот показатель составил 44,3 % ($p = 0,012$; $OR = 0,49$; 95 % ДИ [0,28; 0,86]).

В рамках исследования были определены предикторы развития МАССЕ. Результаты однофакторного

регрессионного анализа показали, что статистически значимыми предикторами являлись микрохирургическая техника реваскуляризации ($p = 0,012$; $OR = 0,49$; 95 % ДИ [0,28; 0,86]), продолжительность искусственного кровообращения ($p = 0,041$; $OR = 1,13$; 95 % ДИ [1,01; 1,26]) и время пережатия аорты ($p = 0,043$; $OR = 1,18$; 95 % ДИ [1,01; 1,38]). Многофакторный регрессионный анализ выявил продолжительность инотропной поддержки, женский пол, количество шунтов и КДО ЛЖ как независимые предикторы МАССЕ (табл. 2).

Выживаемость. Предикторы выживаемости

При оценке общей выживаемости пациентов не было выявлено статистически значимых различий между группами OPT и MICRO ($p = 0,060$; $OR = 0,54$; 95 % ДИ [0,28; 1,03]) (рис. 2). Десятилетняя выживаемость для групп MICRO и OPT составила 82 и 65,8 % (табл. 3).

Продолжительность искусственного кровообращения и время пережатия аорты оказывают негативное влияние на выживаемость при однофакторном анализе, однако их значимость нивелируется при учете других факторов в многофакторной модели. В то же время анализ фракции выброса левого желудочка по-

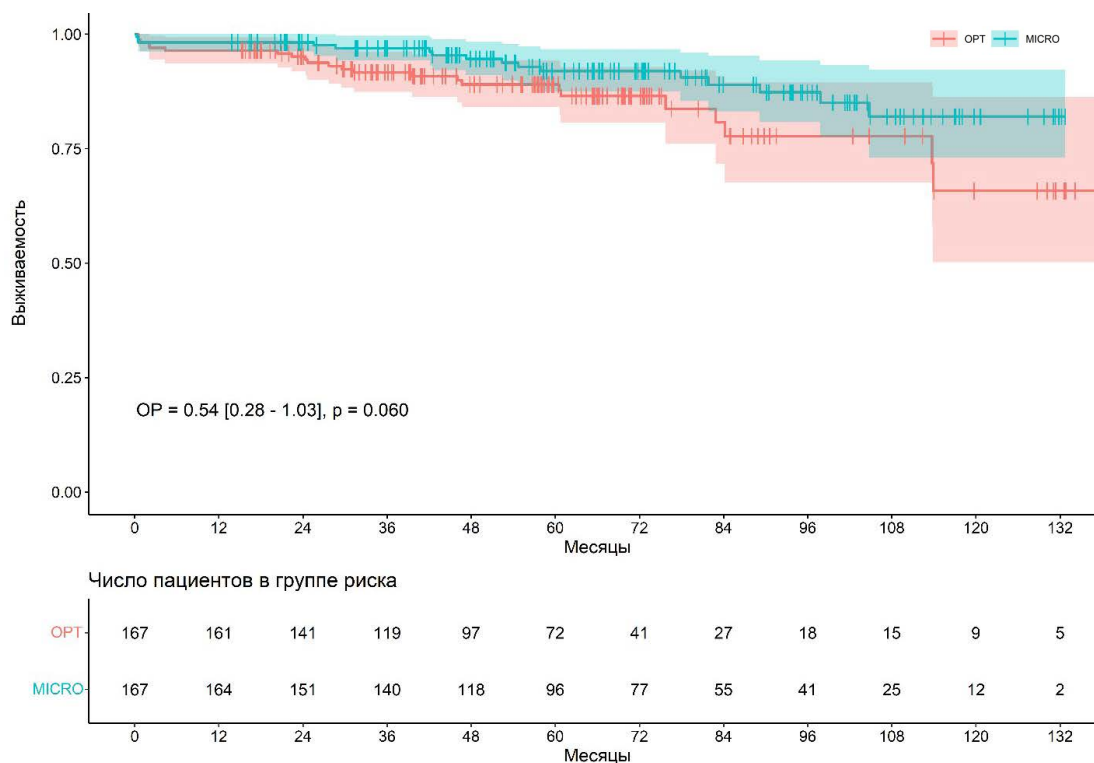


Рис. 2. График выживаемости

Примечание. MICRO – группа микрохирургического вмешательства; OPT – группа стандартной техники.

Табл. 4. Предикторы, влияющие на выживаемость

Характеристика	Результаты моделей регрессии Кокса с исходом «выживаемость» (после сопоставления)					
	Однофакторная регрессионная модель			Многофакторная регрессионная модель		
	ОР	95 % ДИ	p	ОР	95 % ДИ	p
Микрохирургическая техника	0,54	[0,28; 1,03]	0,06	0,78	[0,27; 2,22]	0,64
Женский пол	0,40	[0,18; 0,86]	0,02	0,26	[0,07; 0,92]	0,037
Возраст, 1 ед. = 10 лет	1,49	[0,95; 2,31]	0,079	1,67	[0,95; 2,95]	0,075
ИМТ	1,00	[0,93; 1,07]	0,93	0,97	[0,84; 1,13]	0,71
Площадь поверхности тела, м ²	2,23	[0,49; 10,2]	0,30	2,07	[0,05; 88,6]	0,70
Курение	1,28	[0,61; 2,71]	0,51	1,39	[0,58; 3,32]	0,46
ХОБЛ	1,03	[0,14; 7,52]	0,98	0,94	[0,11; 8,30]	0,96
ХБП/ХПН	1,01	[0,49; 2,08]	0,97	0,72	[0,31; 1,69]	0,46
Инсульт	1,23	[0,43; 3,47]	0,70	1,27	[0,37; 4,35]	0,70
Мультифокальный атеросклероз	1,22	[0,64; 2,33]	0,54	1,38	[0,63; 3,00]	0,42
Инфаркт в анамнезе	0,96	[0,49; 1,87]	0,91	1,47	[0,64; 3,37]	0,36
3ФК СН vs 1-2ФК СН	1,56	[0,60; 4,04]	0,36	1,64	[0,58; 4,59]	0,35
4ФК СН vs 1-2ФК СН	2,53	[0,77; 8,34]	0,13	1,28	[0,26; 6,44]	0,76
ФВ ЛЖ, %	0,96	[0,93; 1,00]	0,03	0,97	[0,89; 1,05]	0,41
КДО ЛЖ, мл	1,01	[1,00; 1,01]	0,17	1,02	[0,99; 1,05]	0,29
КСО ЛЖ, мл	1,01	[1,00; 1,02]	0,092	0,96	[0,91; 1,02]	0,19
Количество шунтов, 3 шунта	0,80	[0,42; 1,51]	0,49	0,38	[0,17; 0,86]	0,021
Время ИК, 1 ед. = 10 мин	1,24	[1,09; 1,40]	<0,001	1,19	[0,74; 1,91]	0,48
Время ОА, 1 ед. = 10 мин	1,34	[1,13; 1,60]	<0,001	1,09	[0,52; 2,29]	0,81
Длительность ИВЛ	0,99	[0,95; 1,04]	0,75	0,99	[0,92; 1,07]	0,83
Длительность инотропной поддержки	1,00	[0,98; 1,02]	0,95	1,00	[0,96; 1,04]	0,95

Примечание. ДИ – доверительный интервал; ИВЛ – искусственная вентиляция легких; ИК – искусственное кровообращение; ИМТ – индекс массы тела; КДО ЛЖ – конечный диастолический объем левого желудочка; КСО ЛЖ – конечный систолический объем левого желудочка; ОА – окклюзия аорты; ОР – отношение рисков; ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка; ФК СН – функциональный класс стенокардии напряжения; ХБП/ХПН – хроническая болезнь почек/хроническая почечная недостаточность; ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких.

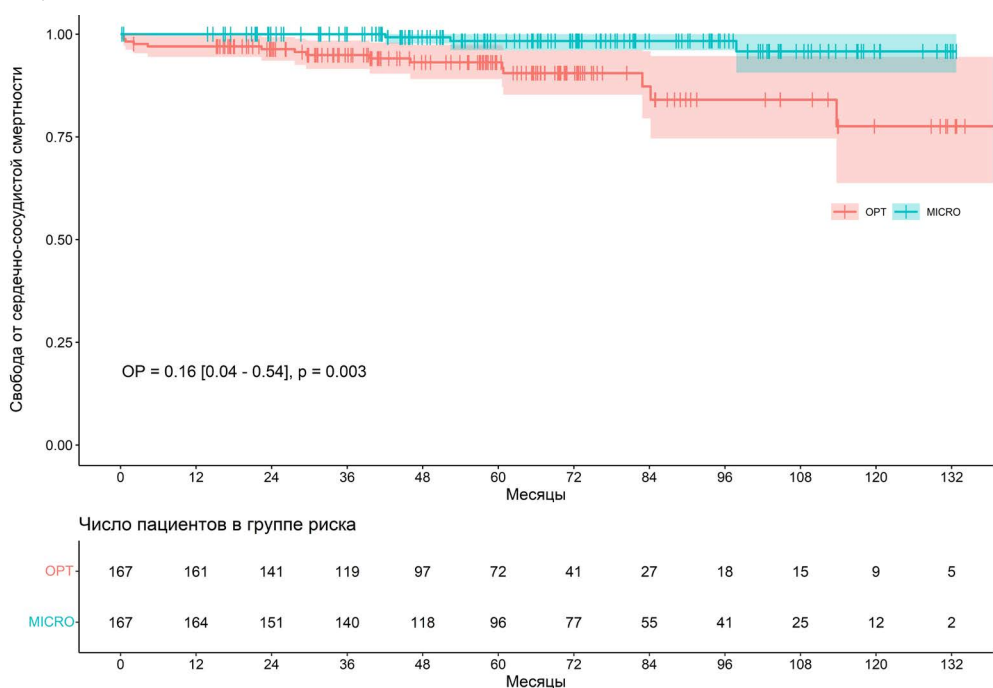


Рис. 3. График свободы от кардиальной летальности

Примечание. MICRO – группа микрохирургического вмешательства; OPT – группа стандартной техники.

казал, что она является значимым предиктором выживаемости только при однофакторном анализе, теряя свою независимую прогностическую ценность в многофакторной модели.

Многофакторный регрессионный анализ идентифицировал женский пол и количество шунтов в качестве независимых предикторов, влияющих на выживаемость (табл. 4).

Анализ кардиальной летальности и предикторы

Анализ свободы от кардиальной летальности выявил существенное преимущество микрохирургической техники, обеспечивающей более высокую вы-

живаемость пациентов по сравнению со стандартной техникой (рис. 3).

Показатели свободы от кардиальной летальности через 1, 3, 6 и 10 лет после операции составили 100 % и 97 % ($p = \text{нз}$); 100 % и 94,9 % ($p = \text{нз}$); 98,3 % и 90,5 % ($p < 0,05$; $OR = 0,15$); 95,8 % и 77,6 % ($p = 0,003$; $OR = 0,16$) соответственно.

Однофакторный регрессионный анализ позволил выявить следующие предикторы кардиальной летальности: микрохирургическая техника ($p = 0,003$), возраст пациентов ($p = 0,039$), продолжительность искусственного кровообращения ($p < 0,001$) и продолжительность пережатия аорты ($p < 0,001$). Результаты многофакторного регрессионного анализа указали на женский пол, возраст пациентов и количество шунтов

Табл. 5. Предикторы кардиальной летальности

Характеристика	Результаты моделей регрессии Кокса с исходом «кардиальная летальность» (после сопоставления)					
	Однофакторная регрессионная модель			Многофакторная регрессионная модель		
	ОР	95 % ДИ	p	ОР	95 % ДИ	p
Микрохирургическая техника	0,16	[0,04; 0,54]	0,003	0,20	[0,04; 1,17]	0,074
Женский пол	0,44	[0,14; 1,34]	0,15	0,13	[0,02; 0,78]	0,025
Возраст, 1 ед. = 10 лет	2,04	[1,04; 4,02]	0,039	3,45	[1,10; 10,8]	0,034
ИМТ	0,99	[0,89; 1,09]	0,77	1,09	[0,88; 1,34]	0,45
Площадь поверхности тела, м ²	0,82	[0,09; 7,59]	0,86	0,02	[0,00; 2,82]	0,12
Курение	1,24	[0,41; 3,76]	0,71	1,63	[0,35; 7,56]	0,53
ХОБЛ	2,36	[0,31; 17,9]	0,41	2,66	[0,21; 32,9]	0,45
ХБП/ХПН	1,90	[0,73; 4,90]	0,19	1,41	[0,42; 4,70]	0,58
Инсульт	1,34	[0,31; 5,90]	0,70	1,90	[0,29; 12,5]	0,51
Мультифокальный атеросклероз	0,98	[0,37; 2,62]	0,97	1,08	[0,28; 4,17]	0,91
Инфаркт в анамнезе	1,69	[0,56; 5,13]	0,36	3,16	[0,74; 13,5]	0,12
3ФК СН vs 1–2ФК СН	1,95	[0,44; 8,60]	0,38	1,60	[0,27; 9,54]	0,60
4ФК СН vs 1–2ФК СН	2,08	[0,29; 14,9]	0,46	1,08	[0,07; 18,1]	0,96
ФВ ЛЖ, %	0,96	[0,91; 1,01]	0,08	1,03	[0,91; 1,17]	0,63
КДО ЛЖ, мл	1,01	[0,99; 1,02]	0,29	1,00	[0,95; 1,05]	0,91
КСО ЛЖ, мл	1,01	[1,00; 1,03]	0,14	1,01	[0,91; 1,11]	0,89
Количество шунтов, 3 шунта	0,76	[0,30; 1,94]	0,57	0,23	[0,06; 0,83]	0,026
Время ИК, 1 ед. = 10 мин	1,45	[1,24; 1,69]	<0,001	1,82	[0,99; 3,35]	0,054
Время ОА, 1 ед. = 10 мин	1,59	[1,27; 2,00]	<0,001	0,66	[0,24; 1,81]	0,42
Длительность ИВЛ	1,00	[0,98; 1,02]	0,89	1,00	[0,97; 1,03]	0,82
Длительность инотропной поддержки	1,00	[0,98; 1,03]	0,74	0,99	[0,94; 1,04]	0,62

Примечание. ДИ – доверительный интервал; ИВЛ – искусственная вентиляция легких; ИК – искусственное кровообращение; ИМТ – индекс массы тела; КДО ЛЖ – конечный диастолический объем левого желудочка; КСО ЛЖ – конечный систолический объем левого желудочка; ОА – окклюзия аорты; ОР – отношение рисков; ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка; ФК СН – функциональный класс стенокардии напряжения; ХБП/ХПН – хроническая болезнь почек/хроническая почечная недостаточность; ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких.

Рис. 4. Свобода от повторной реваскуляризации

Примечание. MICRO – группа микрохирургического вмешательства; OPT – группа стандартной техники; ЧТКА – чрескожная транслюминальная коронарная ангиопластика.

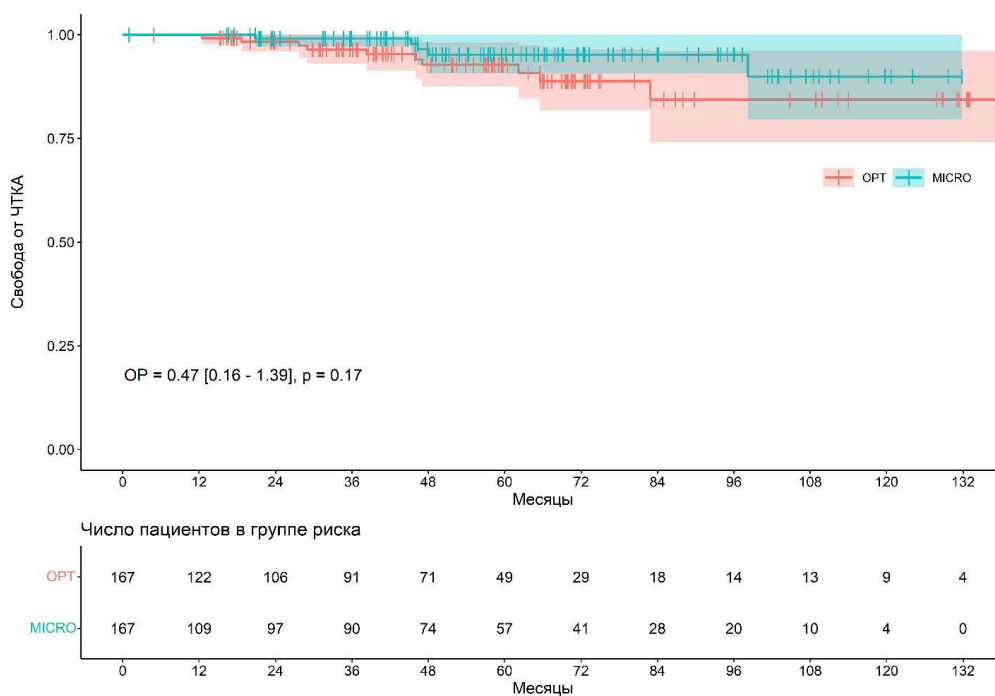
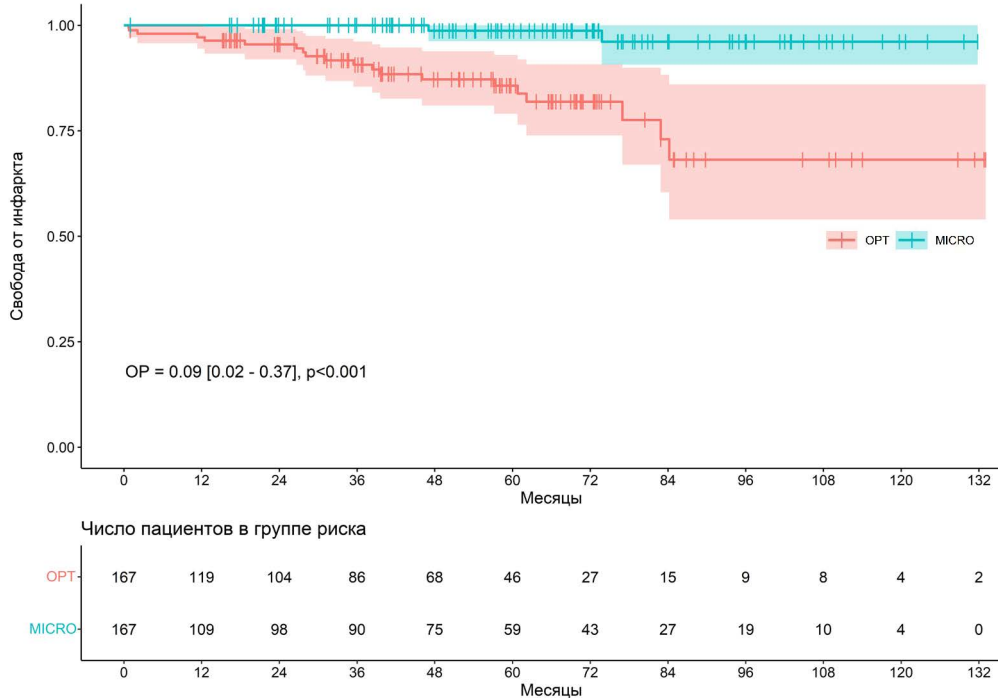


Рис. 5. Свобода от инфаркта миокарда

Примечание. MICRO – группа микрохирургического вмешательства; OPT – группа стандартной техники.



как на значимые независимые предикторы кардиальной летальности (табл. 5).

Повторная реваскуляризация

В течение 10-летнего периода наблюдения анализ свободы от повторной реваскуляризации миокарда выявил тенденцию к более высокой свободе от дан-

ного события в группе микрохирургической техники, однако различия не достигли статистической значимости (рис. 4).

Свобода от повторной реваскуляризации составила 84,3 % в группе стандартной техники (OPT) и 89,9 % в группе микрохирургического вмешательства (MICRO) ($p = 0,17$; OP 0,47; 95 % ДИ [0,16; 1,39]) (табл. 6). Важно

Табл. 6. Динамика свободы от повторной реваскуляризации в различные периоды, %

Группа	Месяцы после операции			
	12	36	72	120
MICRO	100	99,0	95,2	89,9
OPT	100	96,4	88,8	84,3
$p = 0,17$				

Примечание. MICRO – группа микрохирургического вмешательства; OPT – группа стандартной техники.

отметить, что ни одному из пациентов, доступных для последующего наблюдения, не потребовалось повторное коронарное шунтирование. Наш анализ не выявил статистически значимых предикторов повторной реваскуляризации после коронарного шунтирования.

Свобода от инфаркта миокарда

Оценка свободы от инфаркта миокарда выявила статистически значимые различия между исследуемыми группами, свидетельствующие о преимуществах

Табл. 7. Свобода от инфаркта миокарда в разные периоды, %

Группа	Месяцы после операции			
	12	36	72	120
MICRO	100	100	98,7	96,1
OPT	97,2	90,6	81,9	68,1
$p < 0,001$				

Примечание. MICRO – группа микрохирургического вмешательства; OPT – группа стандартной техники.

микрохирургической техники коронарного шунтирования ($p < 0,001$; OR = 0,09; 95 % ДИ [0,02; 0,37]) (рис. 5).

Динамика показателей свободы от инфаркта миокарда в различные временные интервалы представлена в табл. 7.

Предикторы инфаркта миокарда

Результаты однофакторного регрессионного анализа позволили выявить следующие потенциальные предикторы инфаркта миокарда: микрохирургиче-

Табл. 8. Предикторы инфаркта миокарда

Характеристика	Результаты моделей регрессии Кокса с исходом «инфаркт миокарда» (после сопоставления)					
	Однофакторная регрессионная модель			Многофакторная регрессионная модель		
	ОР	95 % ДИ	p	ОР	95 % ДИ	p
Микрохирургическая техника	0,09	[0,02; 0,37]	<0,001	0,02	[0,00; 0,21]	<0,001
Женский пол	0,56	[0,22; 1,42]	0,22	0,13	[0,03; 0,62]	0,011
Возраст, 1 ед. = 10 лет	1,08	[0,59; 1,97]	0,80	0,69	[0,34; 1,41]	0,31
ИМТ	1,02	[0,94; 1,11]	0,62	1,14	[0,96; 1,36]	0,15
Площадь поверхности тела, м ²	1,11	[0,15; 8,42]	0,92	0,12	[0,00; 15,5]	0,40
Курение	0,64	[0,19; 2,17]	0,48	0,58	[0,15; 2,26]	0,43
ХОБЛ	1,62	[0,22; 12,2]	0,64	0,60	[0,06; 6,10]	0,67
ХБП/ХПН	0,96	[0,38; 2,46]	0,93	0,51	[0,16; 1,59]	0,24
Мультифокальный атеросклероз	0,70	[0,27; 1,78]	0,45	1,59	[0,49; 5,21]	0,44
Инфаркт в анамнезе	1,39	[0,54; 3,55]	0,49	1,81	[0,62; 5,27]	0,28
ФВ ЛЖ, %	1,01	[0,97; 1,07]	0,56	1,06	[0,95; 1,18]	0,30
КДО ЛЖ, мл	1,00	[0,99; 1,01]	0,88	0,99	[0,95; 1,02]	0,53
КСО ЛЖ, мл	1,00	[0,98; 1,02]	0,77	1,00	[0,94; 1,07]	0,96
Количество шунтов, 3 шунта	0,67	[0,29; 1,59]	0,37	0,25	[0,07; 0,86]	0,028
Время ИК, 1 ед. = 10 мин	1,20	[1,01; 1,42]	0,037	2,12	[1,02; 4,40]	0,043
Время ОА, 1 ед. = 10 мин	1,28	[1,01; 1,62]	0,04	0,34	[0,12; 0,98]	0,046
Длительность ИВЛ	1,00	[0,98; 1,01]	0,82	0,96	[0,91; 1,00]	0,052
Длительность инотропной поддержки	1,02	[1,00; 1,03]	0,008	1,07	[1,04; 1,10]	<0,001

Примечание. ДИ – доверительный интервал; ИВЛ – искусственная вентиляция легких; ИК – искусственное кровообращение; ИМТ – индекс массы тела; КДО ЛЖ – конечный диастолический объем левого желудочка; КСО ЛЖ – конечный систолический объем левого желудочка; ОА – окклюзия аорты; ОР – отношение рисков; ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка; ХБП/ХПН – хроническая болезнь почек/хроническая почечная недостаточность; ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких. Переменные «функциональный класс стенокардии напряжения» и «инсульт» исключены из многомерного анализа из-за недостаточного количества событий в отдельных категориях.

ская техника ($p < 0,001$), продолжительность искусственного кровообращения ($p = 0,037$), время пережатия аорты ($p = 0,04$) и длительность инотропной поддержки ($p = 0,008$).

При проведении многофакторного регрессионного анализа были идентифицированы следующие независимые факторы, ассоциированные с риском развития инфаркта миокарда: микрохирургическая техника ($p < 0,001$), женский пол пациента ($p = 0,011$), продолжительность искусственного кровообращения ($p = 0,043$), время пережатия аорты ($p = 0,046$), количество шунтов ($p = 0,028$) и продолжительность инотропной поддержки ($p < 0,001$) (табл. 8). Использование микрохирургической техники было связано со снижением риска инфаркта миокарда.

Обсуждение

В Российской Федерации в 2021 г. показатель смертности от инфаркта миокарда составил 38,27 случая на 100 тысяч населения [15].

В исследование Pezeshki P.S. и соавт. было включено 23 873 пациента [16]. 38,7 % пациентов имели в анамнезе сахарный диабет на момент операции. После корректировки на потенциальные сопутствующие факторы у пациентов с диабетом наблюдалось увеличение на 31 % частоты серьезных неблагоприятных сердечно-сосудистых и цереброваскулярных событий (МАССЕ) через семь лет после операции по сравнению с пациентами без диабета (ОР = 1,31; 95 % ДИ [1,25; 1,38]; $p < 0,001$). Семилетняя кумулятивная частота смертности от всех причин составила 19,46 % (1796 пациентов) и 14,12 % (2065 пациентов) у пациентов с диабетом и без диабета соответственно (ОР = 1,59; 95 % ДИ [1,50; 1,68]; $p < 0,001$). После корректировки на вмешивающиеся переменные ОР диабета для смертности оставалось значительным. Диабет способствовал увеличению риска смертности после КШ на 52 % (ОР = 1,52; 95 % ДИ [1,42; 1,61]; $p < 0,001$). В однофакторном анализе предикторами, увеличивающими риск смертности от всех причин, были возраст, мужской пол, артериальная гипертензия, индекс массы тела, дислипидемия, количество шунтов, длительность ИВЛ, время, проведенное в палате интенсивной терапии [16].

Наконец, другое канадское исследование показало, что 10-летняя выживаемость ($p = 0,006$) и выживаемость без серьезных неблагоприятных сердечных событий ($p = 0,02$) были снижены в группе с сахарным диабетом [17].

Такую же значимую разницу в выживаемости получили в своем исследовании Акчурин Р.С. и соавт. [4].

В нашем исследовании однофакторный регрессионный анализ после сопоставления выявил следую-

щие признаки, связанные с выживаемостью пациентов: женский пол, фракция выброса левого желудочка до операции, время искусственного кровообращения и время пережатия аорты. Тем не менее мы не получили статистически значимой разницы в выживаемости пациентов между исследуемыми группами. Вероятнее всего, это связано с небольшим объемом выборки и наличием однородности групп по наличию диабета.

При анализе свободы от МАССЕ было выявлено преимущество микрохирургической техники по сравнению со стандартной. Через 1 год наблюдения свобода от МАССЕ составила 100,0 % в группе MICRO против 95,4 % в группе ОПТ. К 3 годам (36 месяцев) преимущество сохранялось: 98,0 % против 81,6 % соответственно. К 6 годам (72 месяца) показатели составили 81,4 % в группе MICRO и 68,9 % в группе ОПТ. По имеющимся данным, к 10 годам (120 месяцев) эти показатели составили 59,4 % в группе MICRO и 44,3 % в группе ОПТ, что соответствует отношению рисков 0,49. Следует отметить, что к концу 10-летнего срока наблюдения в группах сравнения под наблюдением оставалось лишь 5 пациентов.

Другое проведенное Axelsson T. и соавт. исследование, в котором изучались пациенты с диабетом и без него, перенесшие изолированное КШ, с медианным периодом последующего наблюдения в 8,5 года, также показало аналогичные результаты. У пациентов с диабетом был повышен риск послеоперационной смертности (отношение шансов (ОШ) 2,52; 95 % ДИ [1,27; 4,80]), 5-летняя общая выживаемость составила 85 % против 91 % в пользу пациентов без диабета ($p < 0,001$) [18].

Результаты нашего исследования в отношении пятилетней выживаемости (91,9 % в группе микрохирургического вмешательства и 89 % в группе стандартной техники) демонстрируют сопоставимые тенденции с данными, представленными в исследовании Axelsson T. и соавт. [18].

В одном из важных исследований, проведенных в Соединенных Штатах, в котором приняли участие 2278 пациентов с диабетом и 9920 пациентов без диабета, у пациентов с диабетом была значительно более низкая 5-летняя (78 %) и 10-летняя выживаемость (50 %). В этом исследовании не сообщалось о таком комплексном исходе, как МАССЕ. Однако они утверждали, что разница между двумя группами в долгосрочной частоте инфаркта миокарда и повторной операции КШ оставалась незначительной, в то время как пациенты с диабетом имели более высокий риск ангиопластики после КШ в течение 10 лет. Кроме того, в их исследовании было выявлено, что инсулинозависимые пациенты с диабетом демонстрировали зна-

чительно более низкую выживаемость по сравнению с теми, кто лечился диетой или пероральными сахароснижающими препаратами [19].

Ограничения исследования

В рамках данного исследования не проводился анализ влияния различных методов лечения сахарного диабета на результаты реваскуляризации. Принимая во внимание все вышеописанное, в нашем исследовании следует учитывать ряд ограничений. Исследование является ретроспективным, что подразумевает зависимость от существующих данных и потенциальную потерю части пациентов в период наблюдения. Мы не проводили анализ результатов в зависимости от терапии диабета (инсулин или пероральные препараты), что является ограничением с учетом известного влияния инсулинотерапии на исходы. Принимая во внимание изначальное различие между группами по количеству пациентов и другим характеристикам, мы использовали анализ соответствия по склонности (propensity score matching), однако он не может полностью устранить все потенциальные смещения, характерные для наблюдательных исследований.

Важно отметить, что данное исследование сосредоточено на оценке результатов коронарного шунтирования у пациентов с сахарным диабетом, разделенных на группы в зависимости от используемой хирургической техники (микроскоп или бинокуляр). С учетом того, что у пациентов с диабетом часто наблюдается более мелкое дистальное русло коронарных артерий, качество визуализации и увеличения, обеспечиваемое микрохирургической техникой, может играть особенно важную роль в достижении качественного анастомоза. Однако основной целью работы была оценка влияния микрохирургической техники на качество анастомоза и долгосрочные результаты КШ, что предопределило приоритет оценки технических аспектов вмешательства над анализом влияния терапии диабета.

Несмотря на эти ограничения, наше исследование предоставляет ценную информацию о результатах использования микрохирургической техники коронарного шунтирования у пациентов с сахарным диабетом, что является важным аспектом, поскольку большая часть исследований включала группы пациентов с диабетом и без него. Полученные данные позволяют предположить, что микрохирургическая техника может быть связана с улучшением долгосрочных результатов, хотя для подтверждения этих результатов необходимы дополнительные проспективные рандомизированные исследования.

Заключение

Результаты настоящего исследования, посвященного оценке микрохирургической техники коронарного шунтирования у пациентов с сахарным диабетом, демонстрируют значительное улучшение показателей свободы от МАССЕ (59,4 % в группе MICRO против 44,3 % в группе ОПТ через 10 лет, $p = 0,012$ для всего периода наблюдения). Это указывает на существенное снижение риска комбинированных неблагоприятных сердечно-сосудистых и цереброваскулярных событий в долгосрочной перспективе при использовании микрохирургического подхода. Кроме того, применение микрохирургической техники было связано со значительным снижением частоты инфаркта миокарда ($p < 0,001$) и коронарной летальности ($p = 0,003$). Несмотря на отсутствие статистически значимых различий в общей выживаемости ($p = 0,060$), что может быть обусловлено ограниченным размером выборки, полученные данные подчеркивают потенциальную пользу микрохирургической техники для улучшения долгосрочных результатов у пациентов с сахарным диабетом, подвергающихся коронарному шунтированию. Необходимы дальнейшие проспективные исследования для подтверждения этих выводов и определения оптимальной стратегии реваскуляризации у данной категории пациентов.

Список литературы / References

1. Green G.E., Puskas J.D. After 50 years, a personal reflection on the development of internal thoracic artery (ITA) grafting. *Ann Cardiothorac Surg.* 2018;7(5):644-651. PMID: 30505749; PMCID: PMC6219954. <https://doi.org/10.21037/acs.2018.05.14>
2. Katsumoto K. Clinical experience of coronary artery bypass grafting using surgical microscope. *Kyobu Geka.* 1996;49(3):182-6. Japanese. PMID: 8709420.
3. Акчурин Р.С., Ширяев А.А., Галаяутдинов Д.М., Васильев В.П., Доценко Ю.В., Власова Э.Е., Черкашин Д.И. Эффективность коронарной хирургии: результаты 20-летнего наблюдения. *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия.* 2014;7(1):10-14.
4. Акчурин Р.С., Ширяев А.А., Галаяутдинов Д.М., Васильев В.П., Власова Э.Е., Черкашин Д.И. 10-летние результаты коронарного шунтирования с использованием микрохирургической техники. *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия.* 2016;9(2):4-14. <https://doi.org/10.17116/kardio2016924-14>
5. Akchurin R.S., Shiryayev A.A., Galayutdinov D.M., Vasiliev V.P., Dotsenko Iu.V., Vlasova E.E., Cherkashin D.I. Effectiveness of coronary surgery: results of 20 years observation. *Russian Journal of Cardiology and Cardiovascular Surgery.* 2014;7(1):10-14. (In Russ.)

- surgery using microsurgical techniques. *Cardiology and cardiovascular surgery*. 2016;9(2):4-14. (In Russ.)
<https://doi.org/10.17116/kardio2016924-14>
5. Spagnolo S., Barbato L., Scalise F., Grasso M.A., Spagnolo P., Chierchia S.L. Long Term Patency Rates of Saphenous Vein Grafts a Comparison between Microsurgery and Standard Coronary Bypass Technique. *On J Cardiovasc Res*. 2019;1(3):OJCR.MS.ID. <https://doi.org/10.33552/OJCR.2019.01.000512>
 6. Goldman S., Zadina K., Moritz T., Ovitt T., Sethi G., Copeland J.G., Thottapurathu L., Krasnicka B., Ellis N., Anderson R.J., Henderson W. Long-term patency of saphenous vein and left internal mammary artery grafts after coronary artery bypass surgery results from a Department of Veterans Affairs Cooperative Study. *J Am Coll Cardiol*. 2004;44(11):2149-56. PMID: 15582312. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2004.08.064>
 7. Adil M., Ullah F., Shah I., Khan S.B., Faheem M., Jan H., Nadeem M., Hafizullah M. Comparison of coronary artery diameter among patients with and without diabetes mellitus. *Pakistan Heart Journal*. 2012;45(3). <https://doi.org/10.47144/phj.v45i3.547>
 8. Shakerian F., Bagheri Y., Shemshadi S., Firouzi A., Sanati H.R., Kiani R., Zahedmehr A., Sadeghipour P., Bakhtiari R. The Relation of Angiographic-Based Coronary Artery Diameters with Gender and Traditional Cardiovascular Risk Factors in Patients with Normal or Mild CAD. *Research in Cardiovascular Medicine*. 2017;6(2):1-6. <https://doi.org/10.5812/cardiovascmed.38532>
 9. Ogawa S., Okawa Y., Sawada K., Motoji Y., Goto Y., Kimura A., Tamaki M., Koyama Y., Yamamoto M., Otsuka T., Kato T., Fukaya S., Tsunekawa T., Kitamura H., Tomita S., Suzuki T. Impact of glucose control on early vein graft failure after coronary artery bypass grafting: one-month angiographic results. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2017;24(2):216-221. PMID: 27798061. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivw343>
 10. Raza S., Blackstone E.H., Houghtaling P.L., Rajeswaran J., Riaz H., Bakaeen F.G., Lincoff A.M., Sabik, J.F. 3rd. Influence of Diabetes on Long-Term Coronary Artery Bypass Graft Patency. *J Am Coll Cardiol*. 2017;70(5):515-524. PMID: 28750693. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2017.05.061>
 11. Yun J.S., Jung S.H., Shivakumar M., Xiao B., Khera A.V., Park W.Y., Won H.H., Kim D. Associations between polygenic risk of coronary artery disease and type 2 diabetes, lifestyle, and cardiovascular mortality: A prospective UK Biobank study. *Front Cardiovasc Med*. 2022;9:919374. PMID: 36061534; PMCID: PMC9428483. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2022.919374>
 12. Standl E., Khunti K., Hansen T.B., Schnell O. The global epidemics of diabetes in the 21st century: Current situation and perspectives. *Eur J Prev Cardiol*. 2019;26(2_suppl):7-14. PMID: 31766915. <https://doi.org/10.1177/2047487319881021>
 13. Альсов С.А., Цирихов В.Р., Сирота Д.А., Хван Д.С., Ляшенко М.М., Жульков М.О., Чернавский А.М. Микрохирургическое коронарное шунтирование. Особенности работы на операционном микроскопе. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2020; 24(2):124-128. <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2020-2-124-128>
 14. Альсов С.А., Осипов Д.Е., Акчурин Р.С., Ширяев А.А., Сирота Д.А., Хван Д.С., Чернявский А.М., Цирихов В.Р. Микрохирургия коронарных артерий с использованием операционного микроскопа. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2019;(1):60-64. <https://doi.org/10.17116/hirurgia201901160>
Al'sov S.A., Osipov D.E., Akchurin R.S., Shiryayev A.A., Sirota D.A., Khvan D.S., Chernyavskii A.M., Tsirikhov V.R. Microsurgery of coronary arteries using an operating microscope. *Pirogov Russian Journal of Surgery*. 2019;(1):60-64. (In Russ.)
<https://doi.org/10.17116/hirurgia201901160>
 15. Богачев Р.С., Михайлова Л.В., Щербанев К.Г., Юнусова Ф.Г. Динамика смертности от инфаркта миокарда в Российской Федерации, Северо-Западном федеральном округе и Калининградской области за 10-летний период, с 2012 по 2021 г. *Социальные аспекты здоровья населения* [сетевое издание]. 2023;69(2):1. <https://doi.org/10.21045/2071-5021-2023-69-2-1>
Bogachev R.S., Mikhailova L.V., Shcherbanev K.G., Yunusova F.G. Dynamics in mortality from myocardial infarction over a 10-year period in the Russian Federation, the Northwestern Federal District and the Kaliningrad region, 2012–2021. *Social aspects of Population Health* [serial online]. 2023;69(2):1. (In Russ.)
<https://doi.org/10.21045/2071-5021-2023-69-2-1>
 16. Pezeshki P.S., Masoudkabar F., Pashang M., Vasheghani-Farahani A., Jalali A., Sadeghian S., Hosseini K., Mansourian S., Momtahan S., Karimi A. 7-year outcomes in diabetic patients after coronary artery bypass graft in a developing country. *BMC Cardiovasc Disord*. 2023;23(1):248. PMID: 37173658; PMCID: PMC10182602. <https://doi.org/10.1186/s12872-023-03279-8>
 17. Marcheix B., Vanden Eynden F., Demers P., Bouchard D., Cartier R. Influence of diabetes mellitus on long-term survival in systematic off-pump coronary artery bypass surgery. *Ann Thorac Surg*. 2008;86(4):1181-8. PMID: 18805157. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2008.06.063>
 18. Axelsson T.A., Adalsteinsson J.A., Arnadottir L.O., Helgason D., Johannesdottir H., Helgadottir S., Orrason A.W., Andersen K., Gudbjartsson T. Long-term outcomes after coronary artery bypass surgery in patients with diabetes. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2020;30(5):685-690. PMID: 32087014. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivaa009>
 19. Thourani V.H., Weintraub W.S., Stein B., Gebhart S.S., Craver J.M., Jones E.L., Guyton R.A. Influence of diabetes mellitus on early and late outcome after coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg*. 1999;67(4):1045-52. PMID: 10320249. [https://doi.org/10.1016/s0003-4975\(99\)00143-5](https://doi.org/10.1016/s0003-4975(99)00143-5)