

Влияние неполной реваскуляризации на результаты коронарного шунтирования у больных ишемической болезнью сердца

Для корреспонденции:

Андрей Николаевич Семченко,
semch@mail.ru

Поступила в редакцию 15 июня 2020 г.
Исправлена 23 июля 2020 г. Принята
к печати 24 июля 2020 г.

Цитировать:

Семченко А.Н., Зайцев И.В., Шевченко А.М., Семченко А.В. Влияние неполной реваскуляризации на результаты коронарного шунтирования у больных ишемической болезнью сердца. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2021;25(1):74-84. <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2021-1-74-84>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

ORCID ID

А.Н. Семченко, <https://orcid.org/0000-0001-7132-0675>

И.В. Зайцев, <https://orcid.org/0000-0002-9959-8481>

А.М. Шевченко, <https://orcid.org/0000-0003-0390-5043>

А.В. Семченко, <https://orcid.org/0000-0001-9750-1255>

© А.Н. Семченко, И.В. Зайцев, А.М. Шевченко, А.В. Семченко, 2021

Статья открытого доступа, распространяется по лицензии [Creative Commons Attribution 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

А.Н. Семченко, И.В. Зайцев, А.М. Шевченко, А.В. Семченко

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Хабаровск, Российская Федерация

Актуальность. Нет единого мнения о влиянии объема реваскуляризации на отдаленные результаты коронарного шунтирования. По одним данным, неполная реваскуляризация, по сравнению с полной, ухудшает выживаемость и повышает частоту неблагоприятных сердечно-сосудистых событий. Другие исследователи таких различий не обнаруживают.

Цель. Оценка влияния неполной реваскуляризации на отдаленные результаты коронарного шунтирования и определение ее предикторов.

Методы. Распределили 243 пациентов с ишемической болезнью сердца, которым выполнили микроскоп-ассистированное коронарное шунтирование, на две группы: 1-я — полная реваскуляризация (n = 152), 2-я — неполная реваскуляризация (n = 91). При распределении пациентов на группы определяли объем фактически достигнутой реваскуляризации миокарда с учетом проходимости шунтов. Оценку результатов операций между группами проводили на основании сравнения выживаемости и частоты неблагоприятных сердечно-сосудистых событий в отдаленном периоде. Поиск предикторов неполной реваскуляризации миокарда выполнен с использованием логистической регрессии.

Результаты. Медиана отдаленного наблюдения (интерквартильный размах) составила 802 дня (426–1 487 сут.). Выживаемость через 1, 3 и 5 лет после операции в 1-й группе составила 98, 98 и 89 % соответственно; во 2-й группе — 90, 86 и 86 % соответственно (p = 0,024). Свобода от неблагоприятных сердечно-сосудистых событий (смерть, инфаркт миокарда, повторная реваскуляризация, острое нарушение мозгового кровообращения) через 1, 3 и 5 лет в 1-й группе составила 91, 89 и 77 % соответственно; во 2-й группе — 78, 68 и 68 % соответственно (p = 0,005). Установлено, что независимыми предикторами неполной реваскуляризации миокарда при коронарном шунтировании являются сахарный диабет [отношение шансов 1,45; 95% доверительный интервал 1,01–2,09], атеросклероз артерий двух и более локализаций [отношение шансов 1,63; 95% доверительный интервал 1,15–2,31], увеличение числа целевых коронарных артерий в системах огибающей артерии [отношение шансов 2,48; 95% доверительный интервал 1,86–3,31] и передней нисходящей артерии [отношение шансов 1,61; 95% доверительный интервал 1,14–2,28], а также диаметр целевых коронарных артерий менее 1,5 мм [отношение шансов 1,3; 95% доверительный интервал 1,22–2,38]. Мужской пол [отношение шансов 0,61; 95% доверительный интервал 0,41–0,91] и повышение индекса массы тела [отношение шансов 0,96; 95% доверительный интервал 0,93–0,99] уменьшают риск неполной реваскуляризации.

Заключение. Неполная реваскуляризация ухудшает прогноз после коронарного шунтирования, сопровождаясь повышением частоты неблагоприятных сердечно-сосудистых событий и снижением выживаемости в отдаленном периоде. Риск фактически неполной реваскуляризации возрастает у пациентов с сахарным диабетом, распространенными проявлениями атеросклероза, при увеличении числа целевых ветвей в системе левой коронарной артерии, а также при малом диаметре целевых коронарных артерий. Мужской пол и увеличение индекса массы тела ассоциируются со снижением риска неполной реваскуляризации.

Ключевые слова: коронарное шунтирование; неполная реваскуляризация; предиктор неполной реваскуляризации

Введение

В практике коронарной хирургии определение оптимального объема реваскуляризации для пациентов с многососудистым поражением коронарного русла нередко является сложной задачей. С одной стороны, полная реваскуляризация на протяжении долгого времени рассматривалась как абсолютная цель коронарного шунтирования, достижение которой, по данным ряда исследований, значительно улучшает прогноз после операции. С другой стороны, в последние годы представление о неполной реваскуляризации изменяется от неприемлемого подхода до вполне допустимой и оправданной стратегии для некоторых категорий пациентов [1–3]. Вместе с тем нет единого мнения о влиянии объема реваскуляризации на отдаленные результаты операций. По данным одних авторов, неполная реваскуляризация, по сравнению с полной, ухудшает выживаемость и повышает частоту неблагоприятных сердечно-сосудистых событий [4–8]. Другие исследователи таких различий не обнаруживают [9; 10].

Цель — оценка влияния неполной реваскуляризации на отдаленные результаты коронарного шунтирования (КШ) и определение ее предикторов.

Методы

В исследование последовательно включили 243 пациентов с ишемической болезнью сердца, которым выполнили микроскоп-ассистированное КШ в ФГБУ «ФЦССХ» Минздрава России (г. Хабаровск) в 2013–2019 гг., согласившихся на дополнительное обследование и дальнейшее наблюдение. Из анализа исключали пациентов, которым выполняли операцию в сочетании с коррекцией клапанных пороков сердца, вмешательствами на аорте и экстракраниальных сосудах головного мозга, антиаритмическими процедурами или хирургической коррекцией постинфарктной аневризмы левого желудочка, а также оперированных в экстренном порядке, имеющих противопоказания к дополнительным рентгеноконтрастным исследованиям или ограничения к их проведению, а также ранее перенесших хирургическую реваскуляризацию миокарда.

Исходя из цели исследования, сформировали 2 группы: 1-я — пациенты, которым выполняли пол-

ную реваскуляризацию (n = 152), 2-я — пациенты, которым выполняли неполную реваскуляризацию (n = 91). При распределении пациентов на группы исследовали объем фактически достигнутой реваскуляризации миокарда с учетом проходимости шунтов. Критерием полной реваскуляризации считали шунтирование всех значимо пораженных коронарных артерий (КА) и их ветвей с подтвержденной проходимостью всех шунтов до выписки из стационара. Критериями неполной реваскуляризации считали отказ от шунтирования хотя бы одной значимо пораженной КА или ее ветви и / или окклюзию хотя бы одного шунта, выявленную до выписки из стационара. Значимым поражением КА или ее ветви считали наличие стеноза 50 % и более по данным коронарографии. Состоятельность шунтов оценивали на 7-е сут. после операции, определяя их как проходимые или окклюзированные по наличию или отсутствию их контрастирования при мультиспиральной компьютерной томографии (Somatom Sensation 64, Siemens, Германия). Общая характеристика пациентов обеих групп представлена в табл. 1.

Исходя из концепции полной реваскуляризации миокарда, при интерпретации данных дооперационной коронарографии определяли число пораженных ветвей в бассейне каждой КА, при этом выявили некоторые межгрупповые различия. Так, пациенты 2-й группы имели достоверно больше пораженных коронарных ветвей в бассейне огибающей артерии, что отразилось и на общем показателе вовлеченности коронарных ветвей (табл. 2).

Выполняли операции через срединную стернотомию в условиях искусственного кровообращения и кардиopleгии. В качестве кондуитов применяли большую подкожную вену нижней конечности, левую и правую внутренние грудные артерии. При секвенциальном шунтировании накладывали не более 2 дистальных анастомозов. Каждый сегмент секвенциального шунта расценивали как отдельный шунт. Внутренние грудные артерии во всех случаях использовали *in situ*. Проксимальные анастомозы аутовенозных графтов во всех случаях накладывали с аортой. Выполняли дистальные анастомозы аподактильно с помощью микрохирургического инструментария, применяя микрошовный материал (8/0) и операционный ми-

Табл. 1. Клиническая характеристика пациентов

Показатель	Пациенты			Однофакторный регрессионный анализ		
	1-я группа	2-я группа	p	ОШ	95% ДИ	p
Возраст, годы	61,6 ± 7,4	63 ± 6,7	0,13	1,03	0,99–1,07	0,14
Мужской пол, n (%)	117 (77)	65 (71,4)	0,36	0,75	0,41–1,35	0,34
Индекс массы тела, кг/м ²	30 ± 4,7	29,4 ± 4,5	0,33	0,97	0,92–1,03	0,33
Стенокардия III–IV ФК, n (%)	83 (54,6)	51 (56)	0,89	1,06	0,63–1,79	0,83
Сахарный диабет, n (%)	39 (25,7)	31 (34)	0,19	1,5	0,85–2,64	0,16
ХОБЛ, n (%)	34 (22,4)	27 (29,7)	0,22	1,46	0,81–2,64	0,21
Артериальная гипертония, n (%)	144 (94,7)	84 (92,3)	0,58	0,67	0,23–1,90	0,45
ХСН II–III ФК по NYHA, n (%)	147 (96,7)	87 (95,6)	0,73	0,74	0,19–2,83	0,66
СКФ СКD-EPI, мл/мин/1,73м ²	70,8 ± 16,8	66,6 ± 19,3	0,08	1	0,97–1,00	0,083
Атеросклероз артерий ≥ 2 локализаций, n (%)	55 (36,2)	41 (45)	0,18	1,45	0,85–2,45	0,17
ЧКВ в анамнезе, n (%)	32 (21)	17 (18,7)	0,74	0,86	0,45–1,66	0,66
ОНМК в анамнезе, n (%)	21 (13,8)	11 (12,1)	0,84	0,86	0,39–1,87	0,7
Фракция выброса левого желудочка, %	59,7 ± 9,4	61,4 ± 8,2	0,15	1,02	0,99–1,05	0,15

Примечание. Межгрупповые качественные параметры представлены как доли в процентах от общего количества больных в группе, количественные данные — в виде средних значений ± стандартное отклонение; итоговые переменные в уравнениях регрессии представлены отношением шансов (ОШ), 95% доверительным интервалом (95% ДИ); p — статистическая значимость показателей; ФК — функциональный класс; ХОБЛ — хроническая обструктивная болезнь легких; ХСН — хроническая сердечная недостаточность; ЧКВ — чрескожное коронарное вмешательство; СКФ — скорость клубочковой фильтрации; ОНМК — острое нарушение мозгового кровообращения.

кроскоп (Zeiss OPMI Vario/S88) с начальным увеличением 10 крат. Проприодимость коронарных шунтов на заключительном этапе операции оценивали, выполняя шунтографию с использованием системы визуализации SPY (Novadaq Technologies Inc., Канада) либо ультразвуковую флуометрию с помощью аппарата VeryQ (Medistim, Норвегия).

В табл. 3 представлена характеристика типов кондуитов, использованных во время операции, и состояния целевого коронарного русла у пациентов 1-й и 2-й групп. Отмечено достоверное преобладание поражений КА с малым диаметром (меньше 1,5 мм) у пациентов 2-й группы. Фактический индекс реваскуляризации с учетом данных

Табл. 2. Поражение коронарного русла по данным коронарографии

Показатель	Пациенты			Однофакторный регрессионный анализ		
	1-я группа	2-я группа	p	ОШ	95% ДИ	p
Поражение ствола ЛКА > 50 %, n (%)	37 (24,3)	27 (29,7)	0,37	1,47	0,83–2,61	0,18
Пораженный коронарный бассейн						
ПНА, n (%)	152 (100)	91 (100)	1	н/д	н/д	н/д
Число целевых ветвей в бассейне ПНА	1,28 ± 0,45	1,35 ± 0,48	0,33	1,42	0,81–2,48	0,22
ОА, n (%)	133 (87,5)	87 (95,6)	0,04	3,11	1,02–9,44	0,046
Число целевых ветвей в бассейне ОА	1,14 ± 0,61	1,46 ± 0,62	0,001	2,31	1,48–3,62	0,0003
ПКА, n (%)	129 (84,9)	81 (89)	0,44	1,44	0,65–3,19	0,36
Число целевых ветвей в бассейне ПКА	0,90 ± 0,44	0,93 ± 0,39	0,68	1,2	0,65–2,24	0,56
Общее число целевых КА и их ветвей	3,32 ± 0,79	3,74 ± 0,84	0,0004	1,91	1,36–2,68	0,0002

Примечание. Межгрупповые качественные параметры представлены как доли в процентах от общего количества больных в группе, количественные данные — в виде средних значений ± стандартное отклонение; итоговые переменные в уравнениях регрессии представлены отношением шансов (ОШ), 95% доверительным интервалом (95% ДИ); p — статистическая значимость показателей; ЛКА — левая коронарная артерия; ПНА — передняя нисходящая артерия; ОА — огибающая артерия; ПКА — правая коронарная артерия; КА — коронарная артерия; н/д — нет данных.

Табл. 3. Характеристика шунтов и целевого коронарного русла

Показатель	Пациенты		р	Однофакторный регрессионный анализ		
	1-я группа	2-я группа		ОШ	95% ДИ	р
	Конduit					
Левая ВГА	30,9 % (156/505)	29 % (85/293)	0,63	референсная		
Правая ВГА	7,1 % (36/505)	7,9 % (23/293)	0,78	1,17	0,65–2,11	0,59
Вена	62 % (313/505)	63,1 % (185/293)	0,76	1,08	0,79–1,49	0,62
	Целевое коронарное русло					
Стеноз целевой КА < 75 %	26,9 % (136/505)	28,7 % (96/335)	0,58	1,09	0,80–1,48	0,58
Диаметр целевой КА < 1,5 мм	47,5 % (240/505)	60,6 % (203/335)	0,0002	1,7	1,28–2,25	0,0002
Диффузное поражение*	44,7 % (226/505)	46,3 % (155/335)	0,67	1,06	0,81–1,40	0,67
Кальциноз	15 % (76/505)	14,6 % (49/335)	0,92	0,97	0,65–1,43	0,87

Примечание. * Стенозирующее атеросклеротическое поражение основных ветвей и ветвей 1-го порядка КА различной степени тяжести длиной более 2 см дистальнее основного значимого стеноза или окклюзии с диаметром дистального сегмента менее 2 мм на протяжении 75 % оцениваемого сосуда с обязательным его поражением; межгрупповые качественные параметры представлены как доли в процентах и абсолютные значения (числитель дроби в скобках) от общего количества (знаменатель дроби в скобках); итоговые переменные в уравнениях регрессии представлены отношением шансов (ОШ), 95% доверительным интервалом (ДИ); р — статистическая значимость показателей; ВГА — внутренняя грудная артерия; КА — коронарная артерия.

о проходимости шунтов составил в 1-й и 2-й группах 3,32 и 2,5 соответственно ($p < 0,05$).

Статистический анализ

Статистическая обработка результатов исследования выполнена с использованием пакета программ IBM SPSS Statistics for Windows, версия 21 (IBM Corp., Нью-Йорк, США). Количественные данные представлены в виде средних отклонений \pm стандартное отклонение ($M \pm SD$). Статистическую значимость различий определяли с помощью критерия Манна – Уитни. При сравнении величин, характеризующих частоту явления, статистическую значимость различий определяли с помощью двустороннего точного критерия Фишера. Считали различия статистически значимыми при $p < 0,05$. Для оценки выживаемости использовали метод Каплана – Майера. Межгрупповые различия отражены с использованием лог-ранк теста. При анализе выживаемости оценку проводили, принимая во внимание конкурирующие события. Смерть рассматривали как конкурирующее событие для случаев возникновения инфарктов миокарда, повторных реваскуляризаций и острого нарушения мозгового кровообращения. Для выявления независимых предикторов неполной реваскуляризации использовали одно- и многофакторный логистический

регрессионный анализ с применением метода форсированного ввода переменных.

Результаты

Медиана отдаленного наблюдения (интерквартильный размах) составила 802 дня (426–1 487 сут.). Отмечено преимущество в выживаемости для пациентов 1-й группы. Так, выживаемость с учетом смертности от всех причин через 1, 3 и 5 лет после операции в 1-й группе составила 98, 98 и 89 % соответственно, тогда как во 2-й группе этот показатель в те же сроки составил 90, 86 и 86 % соответственно ($p = 0,024$) (рис. 1).

В течение отдаленного периода наблюдения выявлено значимое преобладание свободы от неблагоприятных сердечно-сосудистых событий (смерть, инфаркт миокарда, повторная реваскуляризация, острое нарушение мозгового кровообращения) в 1-й группе. Так, этот показатель через 1, 3 и 5 лет в 1-й группе составил 91, 89 и 77 % соответственно, во 2-й группе — 78, 68 и 68 % ($p = 0,005$) (рис. 2).

С использованием многофакторного регрессионного анализа модели, включающей базовые клинические показатели, данные предоперационной коронарографии, сведения о типах шунтов и целевом коронарном русле, выявлены 5 независимых предикторов неполной реваскуляризации (табл. 4).

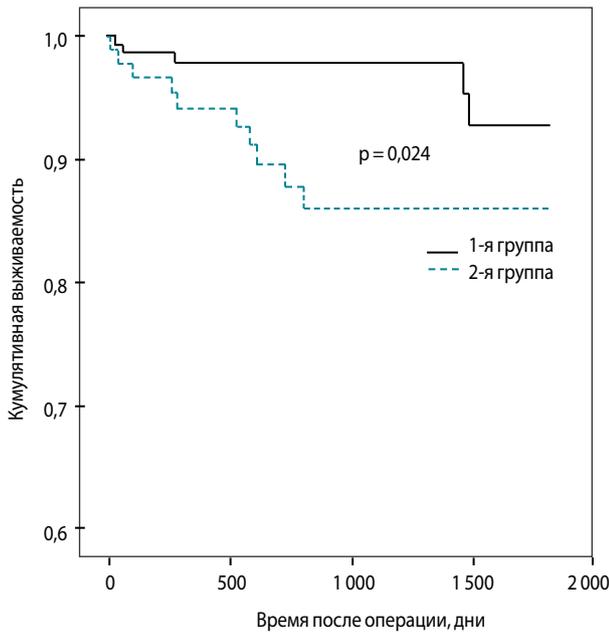


Рис. 1. Выживаемость пациентов 1-й и 2-й групп в отдаленном периоде с учетом смертности от всех причин

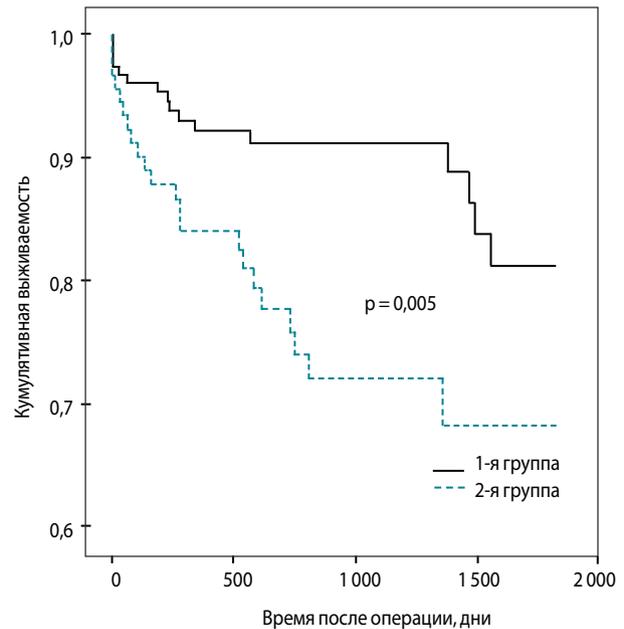


Рис. 2. Свобода от неблагоприятных сердечно-сосудистых событий (смерть, инфаркт миокарда, повторная реваскуляризация, острое нарушение мозгового кровообращения) в отдаленном периоде у пациентов 1-й и 2-й групп

Сахарный диабет [ОШ 1,45; 95% ДИ 1,01–2,09], атеросклероз артерий двух и более локализаций [ОШ 1,63; 95% ДИ 1,15–2,31], увеличение числа целевых КА в системах огибающей артерии [ОШ 2,48; 95% ДИ 1,86–3,31] и передней нисходящей артерии [ОШ 1,61; 95% ДИ 1,14–2,28], а также диаметр целевой КА менее 1,5 мм [ОШ 1,3; 95% ДИ 1,22–2,38] определены как предикторы неполной реваскуляризации, тогда как мужской пол [ОШ 0,61; 95% ДИ 0,41–0,91] и повышение индекса массы тела [ОШ 0,96; 95% ДИ 0,93–0,99] уменьшают ее риск.

Обсуждение

Мнения специалистов об оптимальном объеме реваскуляризации при КШ неоднозначны во многом из-за отсутствия единого унифицированного понятия об ее полноте. В наиболее общем смысле выделяют анатомически полную и функционально полную реваскуляризацию. При анатомически полной реваскуляризации кровотоков восстанавливается во всех значимо пораженных коронарных ветвях, независимо от их диаметра и области кровоснабжения. При этом на практике наиболее часто к целевым относят КА со стенозом более 50 %

и диаметром от 1,5 мм. При функционально полной реваскуляризации кровотоков восстанавливается только в жизнеспособных областях миокарда [1]. Терминологическая путаница приводит к тому, что часто функционально полная реваскуляризация с точки зрения анатомического критерия остается неполной. Мы использовали анатомический подход при интерпретации объема реваскуляризации, опираясь на данные дооперационных коронарографий, тем более что сведения о жизнеспособности миокарда были недоступны для большинства пациентов. При этом целевыми считали КА со стенозом от 50 %, независимо от их диаметра.

В коронарной хирургии подтверждение полноты достигнутой реваскуляризации является отдельной проблемой. Проведение шунтографии во время операции затруднительно, а ее выполнение до выписки пациента из стационара так и не стало рутинным в большинстве клиник. Известные методы интраоперационного контроля проходимости шунтов также не лишены недостатков. В результате полнота реваскуляризации оценивается только на основании протоколов операций, отражающих сведения о возможности шунтирования КА и числе сформи-

Табл. 4. Многофакторный регрессионный анализ: предикторы неполной реваскуляризации

Показатель	ОШ	95% ДИ	р
Возраст	1,00	0,98–1,03	0,69
Мужской пол	0,61	0,41–0,91	0,017
Индекс массы тела	0,96	0,93–0,99	0,043
Сахарный диабет	1,45	1,01–2,09	0,04
ХОБЛ	1,36	0,93–1,98	0,11
Артериальная гипертензия	0,54	0,27–1,08	0,08
СКФ СКD-EPI	0,99	0,98–1,00	0,14
Атеросклероз артерий ≥ 2 локализаций	1,63	1,15–2,31	0,006
ЧКВ в анамнезе	0,68	0,45–1,02	0,06
Стенокардия напряжения III–IV ФК по CSS	0,96	0,67–1,38	0,82
ОНМК в анамнезе	0,64	0,39–1,04	0,07
ХСН II–III ФК по NYHA	0,80	0,35–1,85	0,60
Поражение ствола ЛКА >50%	1,47	0,97–2,23	0,071
Пораженный коронарный бассейн			
ПНА	н/д	референсная	н/д
ОА	1,11	0,68–1,79	0,68
ПКА	1,00	0,57–1,76	0,99
Число целевых КА в бассейне ПНА	1,61	1,14–2,28	0,007
Число целевых КА в бассейне ОА	2,48	1,86–3,31	0,000
Число целевых КА в бассейне ПКА	1,13	0,74–1,71	0,57
Конduit			
Левая ВГА	н/д	референсная	н/д
Правая ВГА	1,23	0,67–2,45	0,45
Вена	0,86	0,52–1,42	0,56
Целевое коронарное русло			
Стеноз целевой КА < 75 %	1,30	0,91–1,87	0,15
Диаметр целевой КА < 1,5 мм	1,30	1,22–2,38	0,002
Диффузное поражение	1,23	0,88–1,71	0,22
Кальциноз	0,82	0,52–1,29	0,39

Примечание. Межгрупповые качественные параметры представлены как доли в процентах от общего количества больных в группе, количественные данные — в виде средних значений \pm стандартное отклонение; итоговые переменные в уравнениях регрессии представлены отношением шансов (ОШ), 95% доверительным интервалом (95% ДИ); р — статистическая значимость показателей; ХОБЛ — хроническая обструктивная болезнь легких; СКФ — скорость клубочковой фильтрации; ЧКВ — чрескожное коронарное вмешательство; ФК — функциональный класс; ОНМК — острое нарушение мозгового кровообращения; ХСН — хроническая сердечная недостаточность; ЛКА — левая коронарная артерия; ПНА — передняя нисходящая артерия; ОА — огибающая артерия; ПКА — правая коронарная артерия; ВГА — внутренняя грудная артерия; КА — коронарная артерия; н/д — нет данных; NYHA — Нью-Йоркская ассоциация кардиологов (англ. New York Heart Association); CCS — Канадское сердечно-сосудистое общество (англ. Canadian Cardiovascular Society).

рованных шунтов [1; 11]. При этом следует понимать, что вне зависимости от используемого критерия полноты реваскуляризации окклюзия хотя бы одного шунта будет означать, что реваскуляризация фактически является неполной. По этой причине в нашем исследовании при отнесении пациентов к группе неполной реваскуляризации обязательно оценивалась проходимость шунтов в период госпи-

тализации, а не только сведения об отказе в шунтировании целевых коронарных артерий.

В коронарной хирургии последних лет появилось понятие «целесообразная, или обоснованная, неполная реваскуляризация». Эта концепция находит сторонников на фоне смещения контингента пациентов, направляемых на КШ, в сторону более возрастной категории, имеющей ряд сопут-

ствующих заболеваний; развития малоинвазивных хирургических методик и гибридных технологий прямой реваскуляризации миокарда; совершенствования стратегий вторичной медикаментозной профилактики ишемической болезни сердца [1–3].

Так, применительно к чрескожным коронарным вмешательствам для количественной оценки завершенности реваскуляризации миокарда был разработан индекс реваскуляризации SYNTAX, который основан на сравнении базового балла к остаточному баллу по шкале SYNTAX Score. Индекс реваскуляризации SYNTAX тесно ассоциировался с развитием неблагоприятных сердечно-сосудистых событий и являлся одним из независимых предикторов смертности от всех причин через 5 лет после вмешательства. При индексе 80 % неполная реваскуляризация больше не оказывает отрицательного влияния на отдаленную выживаемость. Более того, индекс реваскуляризации SYNTAX не менее 80 % приводил к значимому улучшению прогноза среди пациентов с базовым баллом более 32 по шкале SYNTAX Score, а именно к уменьшению 5-летней летальности на 50 % и сопоставимому ее показателю с пациентами, которым выполнена полная реваскуляризация [12].

В исследовании, основанном на анализе результатов КШ у 1 507 пациентов, вошедших в группу хирургического лечения в испытании BARI (англ. Bypass Angioplasty Revascularization Investigation), авторы попытались определить оптимальную дефиницию для понятия «полная реваскуляризация», предложив 4 формулировки. При этом после последовательного применения каждой дефиниции не выявлено преимуществ в отдаленной выживаемости (срок наблюдения 7 лет) после полной реваскуляризации. Более того, композитный показатель, объединяющий летальность и инфаркт миокарда, существенно повышался при выполнении более одного дистального анастомоза к системе любой КА, кроме передней нисходящей [относительный риск 1,37, $p = 0,03$] [9].

A.J. Rastan и соавт. при анализе результатов КШ у 8 806 пациентов, из которых 936 характеризовались неполной реваскуляризацией (10,6 %), также показали, что при условии шунтирования передней нисходящей артерии с помощью левой внутренней грудной артерии целесообразна неполная реваскуляризация бассейна правой или огибающей артерии у пациентов с многососудистым поражением

не оказывает негативного влияния на раннюю и отдаленную выживаемость [10]. Так, в группах полной реваскуляризации и целесообразной неполной реваскуляризации госпитальная летальность составила 3,3 и 3,2 %, выживаемость через 1 год — 93,1 и 93,6 % и 5 лет — 82,2 и 80,9 % соответственно.

Среди возможных путей компенсации нежелательных эффектов целесообразной неполной реваскуляризации после КШ рассматривается оптимальная медикаментозная терапия по аналогии назначения ее для улучшения прогноза у определенной категории пациентов с ишемической болезнью сердца малого риска [2]. Более того, неполная реваскуляризация после КШ имеет меньше неблагоприятных последствий, чем неполная реваскуляризация после чрескожного коронарного вмешательства. Так, согласно результатам исследования ARTS (англ. Arterial Revascularization Therapies Study), в которое включили 1 205 пациентов, которые потенциально и в полном объеме могли быть реваскуляризованы как с помощью КШ, так и методом чрескожного коронарного вмешательства (2 соответствующие группы), через один год после операции в группе эндоваскулярного лечения свобода от неблагоприятных сердечно-сосудистых событий была значительно меньше у пациентов с неполной реваскуляризацией в сравнении с пациентами, получившими полную реваскуляризацию в соответствии с анатомическим критерием, — 69,4 и 76,6 % соответственно, $p < 0,05$. При этом не выявлено различий в свободе от неблагоприятных сердечно-сосудистых событий между пациентами с полной и неполной реваскуляризацией в группе хирургического лечения — 89,9 и 87,8 % соответственно [13].

Тем не менее неполная реваскуляризация чаще ассоциируется с более высокой частотой неблагоприятных сердечно-сосудистых событий и снижением выживаемости в отдаленном периоде после КШ, тогда как полная реваскуляризация оказывает положительное влияние на последующий прогноз, что нашло подтверждение и в результатах нашей работы.

Одним из первых исследований, в котором проводили оценку влияния полноты реваскуляризации на отдаленные результаты КШ, стало испытание CASS (англ. Coronary Artery Surgery Study), в которое включили анализ исходов у 3 372 пациентов с трехсосудистым поражением. M.R. Bell и соавт. применили

анатомический критерий для оценки полноты реваскуляризации, согласно которому она проводилась по количеству анастомозов, наложенных к трем основным КА или их ветвям. При среднем сроке наблюдения 4,9 года полная реваскуляризация (не менее 3 шунтированных КА) ассоциировалась со значимым повышением выживаемости [относительный риск 0,745; 95% ДИ 0,591–0,940; $p = 0,0195$] и свободы от неблагоприятных событий, включая смерть, инфаркт миокарда, повторную реваскуляризацию и стенокардию [относительный риск 0,866; 95% ДИ 0,777–0,964; $p = 0,0012$], при том что только у 16 % пациентов использовалась внутренняя грудная артерия в качестве шунта [4].

В ряде исследований неполная реваскуляризация определена как независимый предиктор отдаленной летальности. Так, V. Mosconi и соавт. выполнили анализ результатов КШ у 8 570 пациентов, разделив их на 2 группы по принципу полноты реваскуляризации [5]. Авторы подтвердили значение неполной реваскуляризации как независимого фактора риска смерти [относительный риск 1,2; 95% ДИ 1,1–1,4; $p = 0,0001$]. При этом выживаемость пациентов после полной и неполной реваскуляризации составила через 1 год — 95,1 и 94,1 %, через 5 лет — 86,3 и 83,6 %, через 10 лет — 67,1 и 62,4 % соответственно. В.А. Подкаменный и соавт. после оценки отдаленных результатов у 1 418 пациентов, перенесших КШ без искусственного кровообращения, также определили влияние неполной реваскуляризации как независимого фактора риска ухудшения отдаленной выживаемости [14]. Так, выживаемость через 1, 5 и 10 лет после полной реваскуляризации составила 98,7, 88,7 и 81,3 % соответственно, тогда как после неполной реваскуляризации эти показатели были ниже — 98,5, 75,4 и 75,4 % соответственно ($p = 0,006$).

В одном из наиболее крупных метаанализов последних лет, включившем 35 исследований, опубликованных с 1970 по 2012 г., с общей численностью 89 883 пациента, установлено, что полная реваскуляризация ассоциируется со снижением летальности [относительный риск 0,71, 95% ДИ 0,65–0,77; $p < 0,001$], инфаркта миокарда [относительный риск 0,78, 95% ДИ 0,68–0,90; $p = 0,001$] и повторной реваскуляризации [относительный риск 0,74, 95% ДИ 0,65–0,83; $p < 0,001$] в отдаленном периоде [6]. При

этом показано, что полная реваскуляризация чаще достигается при КШ, чем при чрескожном коронарном вмешательстве.

В недавний метаанализ, в котором целенаправленно рассматривались исследования, опубликованные с 2000 по 2013 г., включили 28 исследований и 83 695 пациентов. При этом в данных исследованиях реваскуляризация выполнялась только при многососудистом поражении коронарного русла и с применением признанных технологий последних лет (использование артериальных кондуитов или стентов более чем у 80 % испытуемых при КШ и чрескожном коронарном вмешательстве соответственно). Установлено, что в отдаленном периоде после операции полная реваскуляризация ассоциировалась со значительным снижением рисков смерти от любых причин [относительный риск 0,73; 95% ДИ 0,66–0,81], инфаркта миокарда [относительный риск 0,74; 95% ДИ 0,64–0,85] и повторной реваскуляризации [относительный риск 0,77; 95% ДИ 0,66–0,88] [7].

Н. Takagi и соавт. с целью выяснить, способствует ли полная реваскуляризация улучшению отдаленной выживаемости у пациентов с многососудистым поражением, перенесших КШ, провели метаанализ 14 обсервационных исследований, включивший в общей сложности 30 389 пациентов [8]. Авторы подтвердили указанную гипотезу, продемонстрировав снижение летальности в отдаленном периоде на 37 % при полной реваскуляризации в сравнении с неполной [отношение рисков 0,63; 95% ДИ 0,53–0,75; $p < 0,00001$].

Известны несколько факторов риска неполной реваскуляризации при КШ. R. Scott и соавт. основной причиной неполной реваскуляризации называют малый диаметр целевых КА [15]. T. Kleisli и соавт. отмечают, что выполнению всего объема реваскуляризации препятствуют малый диаметр, тяжелое диффузное протяженное поражение КА или их сочетание [16]. S.J. Head и соавт. среди независимых предикторов неполной реваскуляризации после КШ выявили нестабильную стенокардию, диффузное поражение или мелкое дистальное русло (менее 2 мм) и число пораженных КА [17]. G. Yi и соавт. отметили, что у пациентов, которым выполнялась неполная реваскуляризация, чаще выявлялись хроническая обструктивная болезнь легких и поражения периферического

артериального русла [18]. По нашим данным, предикторами неполной реваскуляризации являются сахарный диабет, атеросклероз артерий более двух локализаций, увеличение числа пораженных КА в системе передней нисходящей и огибающей артерий, а также малый диаметр целевого коронарного русла. Примечательно, что, согласно нашему исследованию, мужской пол и повышение индекса массы тела способствуют снижению риска неполной реваскуляризации, что, по данным литературы, нередко связывают с большим диаметром КА у мужчин в сравнении с женщинами, а также с прямой корреляцией диаметра КА с размерами тела [19; 20].

Следует подчеркнуть, что положительным моментом являлось то, что наше исследование проведено в группе пациентов, оперированных с применением микрохирургических технологий. Неоспоримым преимуществом микроскоп-ассистированного КШ является возможность оптимальной визуализации при наложении дистальных анастомозов за счет значительного оптического увеличения при малом диаметре целевых КА, часто являющимся причиной неполной реваскуляризации. Это позволяет выполнить весь запланированный объем реваскуляризации, не всегда возможный при стандартной технике операции. При этом следует понимать, что ранние бессимптомные окклюзии шунтов, приводящие к фактически неполной реваскуляризации, могут иметь гораздо больше причин, чем только несоблюдение безупречности хирургической техники [21; 22].

Ограничения

Данное исследование является ретроспективным, одноцентровым и основано на относительно небольшом числе наблюдений, что обуславливает методологические ограничения при статистической оценке результатов. Охвачен непродолжительный отдаленный период (медиана наблюдения — 802 дня).

Несмотря на анализ большого числа факторов, нельзя утверждать, что выявлены все возможные предикторы неполной реваскуляризации. Полученные результаты следует интерпретировать с осторожностью и рассматривать как гипотезу. Тем не менее мы согласны с J.D. Puskas и соавт., что рандомизированные исследования для сравнения

результатов полной и неполной реваскуляризации при КШ вряд ли когда-либо будут выполнены, поэтому единственно возможной доказательной базой в решении подобных задач по-прежнему являются наблюдательные исследования [1].

Заключение

Неполная реваскуляризация ухудшает прогноз после КШ, сопровождается повышением частоты неблагоприятных сердечно-сосудистых событий и снижением выживаемости в отдаленном периоде. Риск фактически неполной реваскуляризации возрастает у пациентов с сахарным диабетом, распространенными проявлениями атеросклероза, при увеличении числа целевых ветвей в системе левой КА, а также при малом диаметре целевых КА. Мужской пол и увеличение индекса массы тела ассоциируются со снижением риска неполной реваскуляризации.

Список литературы / References

1. Leviner D.B., Torregrossa G., Puskas J.D. Incomplete revascularization: what the surgeon needs to know. *Ann Cardiothorac Surg.* 2018;7(4):463-469. PMID: 30094210, PMCID: PMC6082780. <http://dx.doi.org/10.21037/acs.2018.06.07>
2. Spadaccio C., Nappi F., Nenna A., Beattie G., Chello M., Sutherland F.W.H. Is it time to change how we think about incomplete coronary revascularization? *Int J Cardiol.* 2016;224:295-298. PMID: 27665400. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijcard.2016.09.055>
3. Тарасов Р.С., Казанцев А.Н., Шабаетв И.Ф., Данилович А.И., Зинец М.Г., Барбараш Л.С. Результаты целесообразной неполной реваскуляризации миокарда с использованием миниинвазивной и стандартной техники коронарного шунтирования. *Российский кардиологический журнал.* 2018;23(7):47-52. [Tarasov R.S., Kazantsev A.N., Shabaev I.F., Danilovich A.I., Zinets M.G., Barbarash L.S. The results of an aimed incomplete myocardial revascularization with low invasive and standard technics of coronary bypass. *Russian Journal of Cardiology.* 2018;23(7):47-52. (In Russ.)] <http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2018-7-47-52>
4. Bell M.R., Gersh B.J., Schaff H.V., Holmes D.R. Jr, Fisher L.D., Alderman E.L., Myers W.O., Parsons L.S., Reeder G.S. Effect of completeness of revascularization on long-term outcome of patients with three-vessel disease undergoing coronary artery bypass surgery. A report from the Coronary Artery Surgery Study (CASS) Registry. *Circulation.* 1992;86(2):446-457. PMID: 1638714. <https://doi.org/10.1161/01.cir.86.2.446>
5. Mocanu V., Buth K.J., Kelly R., Légaré J.F. Incomplete revascularization after coronary artery bypass graft operations is independently associated with worse long-term survival. *Ann Thorac Surg.* 2014;98(2):549-555. PMID: 24913912. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2014.02.090>
6. Garcia S., Sandoval Y., Roukoz H., Adabag S., Canoniero M., Yannopoulos D., Brilakis E.S. Outcomes after complete versus incomplete revascularization of patients with multivessel

- coronary artery disease: a meta-analysis of 89,883 patients enrolled in randomized clinical trials and observational studies. *J Am Coll Cardiol*. 2013;62(16):1421-1431. PMID: 23747787. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jacc.2013.05.033>
7. Zimarino M., Ricci F., Romanello M., Di Nicola M., Corazzini A., De Caterina R. Complete myocardial revascularization confers a larger clinical benefit when performed with state-of-the-art techniques in high-risk patients with multivessel coronary artery disease: A meta-analysis of randomized and observational studies. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2016;87(1):3-12. PMID: 25846673. <https://doi.org/10.1002/ccd.25923>
 8. Takagi H., Watanabe T., Mizuno Y., Kawai N., Umemoto T., ALICE (All-Literature Investigation of Cardiovascular Evidence) Group. A meta-analysis of adjusted risk estimates for survival from observational studies of complete versus incomplete revascularization in patients with multivessel disease undergoing coronary artery bypass grafting. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2014;18(5):679-682. PMID: 24532310. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivu012>
 9. Vander Salm T.J., Kip K.E., Jones R.H., Schaff H.V., Shemin R.J., Aldea G.S., Detre K.M. What constitutes optimal surgical revascularization? Answers from the bypass angioplasty revascularization investigation (BARI). *J Am Coll Cardiol*. 2002;39(4):565-572. PMID: 11849852. [http://dx.doi.org/10.1016/s0735-1097\(01\)01806-x](http://dx.doi.org/10.1016/s0735-1097(01)01806-x)
 10. Rastan A.J., Walther T., Falk V., Kempfert J., Merk D., Lehmann S., Holzhey D., Mohr F.W. Does reasonable incomplete surgical revascularization affect early or long-term survival in patients with multivessel coronary artery disease receiving left internal mammary artery bypass to left anterior descending artery? *Circulation*. 2009;120(11 Suppl):S70-S77. PMID: 19752389. <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.108.842005>
 11. Семченко А.Н., Андреев Д.Б., Явный В.Я., Кузнецов А.Н., Бондарь В.Ю. Интраоперационная ангиография с индоцианином зеленым как метод оценки непосредственных результатов операций коронарного шунтирования: возможности и перспективы использования. *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия*. 2015;8(2):27-32. [Semchenko A.N., Andreev D.B., Yavny V.Ya., Kuznetsov A.N., Bondar V.Yu. Intraoperative indocyanine green angiography as a method assessing immediate results of coronary artery bypass grafting: possibilities and prospects of use. *Russian Journal of Cardiology and Cardiovascular Surgery = Kardiologiya i serdechno-sosudistaya khirurgiya*. 2015;(2):27-32. (In Russ.)] <http://dx.doi.org/10.17116/kardio20158227-32>
 12. Génèreux P., Campos C.M., Yadav M., Palmerini T., Caixeta A., Xu K., Francese D.P., Dangas G.D., Mehran R., Leon M.B., Serruys P.W., Stone G.W. Reasonable incomplete revascularisation after percutaneous coronary intervention: the SYNTAX Revascularisation Index. *EuroIntervention*. 2015;11(6):634-642. PMID: 25308300. http://dx.doi.org/10.4244/EIJY14M10_05
 13. van den Brand M.J., Rensing B.J., Morel M.A., Foley D.P., de Valk V., Breeman A., Suryapranata H., Haalebos M.M., Wijns W., Wellens F., Balcon R., Magee P., Ribeiro E., Buffolo E., Unger F., Serruys P.W. The effect of completeness of revascularization on event-free survival at one year in the ARTS trial. *J Am Coll Cardiol*. 2002;39(4):559-564. PMID: 11849851. [https://doi.org/10.1016/s0735-1097\(01\)01785-5](https://doi.org/10.1016/s0735-1097(01)01785-5)
 14. Подкаменный В.А., Лиханди Д.И., Желтовский Ю.В., Шаравин А.А., Вырупаев А.В. Неполная коронарная реваскуляризация как независимый фактор риска ухудшения прогноза коронарного шунтирования без искусственного кровообращения у больных ишемической болезнью сердца. *Acta Biomedica Scientifica*. 2017;2(2(114)):40-44. [Podkamenniy V.A., Likhandi D.I., Zheltovsky Y.V., Sharavin A.A., Vyrupeev A.V. Incomplete coronary revascularization as an independent risk factor of off-pump coronary artery bypass grafting prognosis in patients with ischemic heart disease. *Acta Biomedica Scientifica*. 2017;2(2(114)):40-44. (In Russ.)]
 15. Scott R., Blackstone E.H., McCarthy P.M., Lytle B.W., Loop F.D., White J.A., Cosgrove D.M. Isolated bypass grafting of the left internal thoracic artery to the left anterior descending coronary artery: late consequences of incomplete revascularization. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2000;120(1):173-184. PMID: 10884671. <https://doi.org/10.1067/j.mtc.2000.107280>
 16. Kleisli T., Cheng W., Jacobs M.J., Mirocha J., Derobertis M.A., Kass R.M., Blanche C., Fontana G.P., Raissi S.S., Magliato K.E., Trento A. In the current era, complete revascularization improves survival after coronary artery bypass surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2005;129(6):1283-1291. PMID: 15942568. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2004.12.034>
 17. Head S.J., Mack M.J., Holmes D.R. Jr, Mohr F.W., Morice M.-C., Serruys P.W., Kappetein A.P. Incidence, predictors and outcomes of incomplete revascularization after percutaneous coronary intervention and coronary artery bypass grafting: a subgroup analysis of 3-year SYNTAX data. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2012;41(3):535-541. PMID: 22219412. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezr105>
 18. Yi G., Youn Y.N., Joo H.C., Hong S., Yoo K.J. Association of incomplete revascularization with long-term survival after off-pump coronary artery bypass grafting. *J Surg Res*. 2013;185(1):166-173. PMID: 23769631. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2013.05.042>
 19. Kim S.-G., Apple S., Mintz G.S., McMillan T., Caños D.A., Maehara A., Weissman N.J. The importance of gender on coronary artery size: in-vivo assessment by intravascular ultrasound. *Clin Cardiol*. 2004;27(5):291-294. PMID: 15188946, PMCID: PMC6654584. <https://doi.org/10.1002/clc.4960270511>
 20. Hessian R., Jabagi H., Ngu J.M.C., Rubens F.D. Coronary surgery in women and the challenges we face. *Can J Cardiol*. 2018;34(4):413-421. PMID: 29571425. <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2018.01.087>
 21. Семченко А.Н. Микрохирургическая техника в коронарной хирургии: возможности, перспективы и ограничения. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2019;(6):80-87. [Semchenko A.N. Microsurgical technique in coronary bypass surgery: possibilities, perspectives and limitations. *Pirogov Russian Journal of Surgery = Khirurgiya. Zhurnal imeni N.I. Pirogova*. 2019;(6):80-87. (In Russ.)] <https://doi.org/10.17116/hirurgia201906180>
 22. Семченко А.Н., Мусурирская Т.В., Россейкин Е.В. Периоперационные предикторы ранних бессимптомных окклюзий коронарных шунтов после прямой реваскуляризации миокарда. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2019;23(2):20-30. [Semchenko A.N., Musurivskaya T.V., Rosseykin E.V. Perioperative predictors of early silent coronary graft occlusion after direct myocardial revascularisation. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery*. 2019;23(2):20-30. (In Russ.)] <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2019-2-20-30>

Influence of incomplete revascularisation on the outcomes of coronary artery bypass grafting in patients with ischaemic heart disease

Andrey N. Semchenko, Igor V. Zaicev, Alexandra M. Schevchenko, Alina V. Semchenko

Federal Center for Cardiovascular Surgery of Healthcare Ministry of the Russian Federation, Khabarovsk, Russian Federation

Corresponding author. Andrey N. Semchenko, semch@mail.ru

Background. At the present time there is no agreement regarding effect of revascularisation volume on long-term results of coronary artery bypass grafting. According to some reports, incomplete revascularisation, compared with complete revascularisation, affects survival and increases the frequency of adverse cardiovascular events. Other researchers do not find such differences.

Aim. This study aimed to assess the influence of incomplete revascularisation on the long-term results of coronary bypass surgery and to determine its predictors.

Methods. A total of 243 patients with coronary artery disease who underwent microscope-assisted coronary artery bypass surgery were categorised into two groups. Group I included those with complete revascularisation ($n = 152$), while group II included those with incomplete revascularisation ($n = 91$). When assigning patients to groups, the volume of achieved myocardial revascularisation was determined according to the patency of grafts. The groups were compared by the late survival and by the frequency of major cardiovascular events. Logistic regression was used to analyse predictors of incomplete revascularisation.

Results. The median of follow-up (interquartile range) was 802 days (426–1487 days). Survival in group 1 at 1, 3 and 5 years after surgery was 98%, 98% and 89%, respectively, while in group 2, it was 90%, 86%, and 86%, respectively ($p = 0.024$). Freedom from major cardiovascular events (death, myocardial infarction, repeated revascularisation, stroke) in group 1 after 1, 3 and 5 years was 91%, 89% and 77%, respectively, and in group 2, it was 78%, 68% and 68%, respectively ($p = 0.005$). It was revealed that diabetes mellitus (odds ratio [OR] = 1.45, 95% confidence interval [CI] = 1.01–2.09), arteriosclerosis of arteries of two or more localisations (OR = 1.63, CI = 1.15–2.31), number of lesions in circumflex artery system (OR = 2.48, CI = 1.86–3.31), number of lesions in anterior descending artery system (OR = 1.61, CI = 1.14–2.28) and the diameter of the target coronary artery is less than 1.5 mm (OR = 1.3, CI = 1.22–2.38) are independent predictors of incomplete myocardial revascularisation during coronary artery bypass grafting. Male gender (OR = 0.61, CI = 0.41–0.91) and increased body mass index were associated with a reduced risk of incomplete revascularisation (OR = 0.96, CI = 0.93–0.99).

Conclusion. Incomplete revascularisation worsens the prognosis after coronary bypass surgery, and is accompanied by an increase in the frequency of adverse cardiovascular events and a decrease in long-term survival. The risk of incomplete revascularisation increases in patients with diabetes mellitus, common manifestations of atherosclerosis, number of lesions in the left coronary system, as well as with a small diameter of the target coronary arteries. Male gender and increased body mass index were associated with a reduced risk of incomplete revascularisation.

Keywords: coronary artery bypass surgery; incomplete coronary revascularisation; predictor of incomplete coronary revascularisation

Received 15 June 2020. Revised 23 July 2020. Accepted 24 July 2020.

Funding: The study did not have sponsorship.

Conflict of interest: Authors declare no conflict of interest.

ORCID ID

A.N. Semchenko, <https://orcid.org/0000-0001-7132-0675>

I.V. Zaicev, <https://orcid.org/0000-0002-9959-8481>

A.M. Schevchenko, <https://orcid.org/0000-0003-0390-5043>

A.V. Semchenko, <https://orcid.org/0000-0001-9750-1255>

Copyright: © 2021 Semchenko et al. This is an open access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

How to cite: Semchenko A.N., Zaicev I.V., Schevchenko A.M., Semchenko A.V. Influence of incomplete revascularisation on the outcomes of coronary artery bypass grafting in patients with ischaemic heart disease. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery*. 2021;25(1):74-84. (In Russ.) <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2021-1-74-84>