

<https://doi.org/10.29001/2073-8552-2021-36-4-87-95>
УДК 616.127-089.168

Непосредственные результаты хирургической реваскуляризации миокарда с использованием аутоартериальных кондуитов в условиях искусственного кровообращения и на работающем сердце

А.Г. Мурадов¹, В.У. Эфендиев¹, А.В. Андин¹, Д.Б. Дробот^{1, 2}, В.А. Сакович^{1, 2}

¹ Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии Министерства здравоохранения Российской Федерации, 660020, Российская Федерация, Красноярск, ул. Караульная, 45

² Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого Министерства здравоохранения Российской Федерации, 660022, Российская Федерация, Красноярск, ул. Партизана Железняка, 1

Аннотация

Цель: оценить ближайшие результаты хирургической реваскуляризации миокарда с использованием аутоартериальных кондуитов в условиях искусственного кровообращения (ИК) и на работающем сердце (РС).

Материал и методы. С января 2018 г. по сентябрь 2021 г. в отделении № 1 ФЦССХ (г. Красноярск) проведено 178 операций коронарного шунтирования (КШ) с использованием аутоартериальных кондуитов: 88 пациентам операция выполнялась на РС (группа 1), 90 пациентам в условиях ИК (группа 2). В обеих группах большинство пациентов были мужского пола: 76 (86,3%) и 75 (83,3%), $p = 0,287$. Пациенты были сопоставимы по возрасту: $61,6 \pm 7,7$ и $60,2 \pm 7,5$ лет ($p = 0,237$), индексу массы тела: $30,9 \pm 5,7$ и $29,8 \pm 5$ кг/м² ($p = 0,18$), сопутствующему сахарному диабету: 30 (34%) и 19 (21,1%), $p = 0,052$. В группе 1 было достоверно больше пациентов с гемодинамически значимым поражением брахиоцефальных артерий: 27 (30,7%) против 13 (14,4%), $p = 0,009$; кальцинозом восходящего отдела аорты: 24 (27,3%) против 11 (12,2%), $p = 0,011$. Количество гемодинамически значимых пораженных коронарных артерий (КА) между группами не различалось: $2,6 \pm 0,7$ против $2,5 \pm 0,5$ ($p = 0,393$).

Результаты. В обеих группах обе внутренние грудные артерии (ВГА) использовались *in situ* или в виде Y-графта в зависимости от числа дистальных анастомозов. Госпитальная летальность составила 2 пациента (2,2%), оба из группы 2 ($p = 0,161$). Группы были сопоставимы по числу дистальных анастомозов: $2,7 \pm 0,7$ и $2,7 \pm 0,6$ ($p = 0,532$), частоте развития острого периоперационного инфаркта миокарда: 1 (1,1%) и 1 (1,1%), $p = 0,987$, неврологическим осложнениям: 1 (1,1%) и 2 (2,2%), $p = 0,576$. Глубокая стерильная инфекция отсутствовала в обеих группах.

Выводы. Аутоартериальное КШ – эффективный метод реваскуляризации миокарда как в условиях РС, так и в условиях ИК. Данную методику необходимо рассматривать как операцию выбора для пациентов с множественным поражением КА. Выполнение операций в условиях ИК не влияет на увеличение числа кардиоцеребральных событий в послеоперационном периоде.

Ключевые слова:	коронарное шунтирование, искусственное кровообращение, работающее сердце, ауто-артериальные кондуиты.
Конфликт интересов:	авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Прозрачность финансовой деятельности:	никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.
Соответствие принципам этики:	информированное согласие получено от каждого пациента. Исследование одобрено этическим комитетом Федерального центра сердечно-сосудистой хирургии Министерства здравоохранения Российской Федерации (протокол № 3 от 06.07.2021 г.).
Для цитирования:	Мурадов А.Г., Эфендиев В.У., Андин А.В., Дробот Д.Б., Сакович В.А. Непосредственные результаты хирургической реваскуляризации миокарда с использованием аутоартериальных кондуитов в условиях искусственного кровообращения и на работающем сердце. <i>Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины</i> . 2022;37(1):87–95. https://doi.org/10.29001/2073-8552-2022-37-1-87-95 .

Immediate results of off-pump versus on-pump coronary artery bypass grafting using autoarterial conduits in situ and Y-graft configurations

Asim G. Muradov¹, Vidadi U. Efendiev¹, Aleksey V. Andin¹, Dmitry B. Drobot^{1, 2}, Valery A. Sakovich^{1, 2}

¹Federal Center for Cardiovascular Surgery,
45, Karaulnaya str., Krasnoyarsk, 660020, Russian Federation

²Krasnoyarsk State Medical University named after Professor V.F. Voyno-Yasenetsky,
1, Partizana Zheleznyaka str., Krasnoyarsk, 660022, Russian Federation

Abstract

Aim. To compare the immediate results of off-pump versus on-pump coronary artery bypass grafting (CABG) using autoarterial conduits.

Material and Methods. From January 2018 to September 2021, 178 coronary artery bypass grafting operations using autoarterial conduits were performed in the Department No. 1 of the Federal Center for Cardiovascular Surgery (Krasnoyarsk). The operation was performed on a beating heart in 88 patients (group 1) and using cardiopulmonary bypass in 90 patients (group 2). The majority of patients were males in both groups: 76 (86.3%) and 75 (83.3%) patients ($p = 0.287$). The patients were comparable in age (61.6 ± 7.7 and 60.2 ± 7.5 years, $p = 0.237$), body mass index (30.9 ± 5.7 and 29.8 ± 5 , $p = 0.18$), and the presence of concomitant diabetes mellitus (30 (34%) and 19 (21.1%), $p = 0.052$). There were significantly more patients with hemodynamically significant lesions of the brachiocephalic arteries in group 1 (27 (30.7%) versus 13 (14.4%), $p = 0.009$) and calcification of the ascending aorta (24 (27.3%) versus 11 (12.2%), $p = 0.011$). The number of hemodynamically significant affected coronary arteries did not differ between the groups: 2.6 ± 0.7 versus 2.5 ± 0.5 ($p = 0.393$).

Results. Both internal thoracic arteries were used *in situ* or in the form of Y-grafts in both groups depending on the number of distal anastomoses. Hospital mortality was 2 patients (2.2%), both from group 2 ($p = 0.161$). The groups were comparable in the number of distal anastomoses (2.7 ± 0.7 and 2.7 ± 0.6 , $p = 0.532$), the incidence of acute perioperative myocardial infarction (1 (1.1%) and 1 (1.1%), $p = 0.987$), neurological complications (1 (1.1%) and 2 (2.2%), $p = 0.576$), and bleeding requiring re sternotomy (1 (1.1%) and 3 (3.3%), $p = 0.325$). Deep sternal wood infection was absent in both groups.

Conclusion. Autoarterial coronary artery bypass grafting is an effective method of myocardial revascularization in both the beating heart surgery and in cardiopulmonary bypass conditions. This method should be considered an operation of choice for patients with multiple coronary artery disease. The performance of operations in the conditions of cardiopulmonary bypass does not affect the increase in the number of cardiocerebral events in the postoperative period.

Keywords:	coronary artery bypass grafting, cardiopulmonary bypass, beating heart, autoarterial conduits.
Conflict of interest:	the authors do not declare a conflict of interest.
Financial disclosure:	no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.
Adherence to ethical standards:	informed consent was obtained from all patients. The study was approved by the Ethics Committee of Federal Center for Cardiovascular Surgery (protocol No. 3 from 06.07.2021).
For citation:	Muradov A.G., Efendiev V.U., Andin A.V., Drobot D.B., Sakovich V.A. Immediate results of off-pump versus on-pump coronary artery bypass grafting using autoarterial conduits in situ and Y-graft configurations. <i>The Siberian Journal of Clinical and Experimental Medicine</i> . 2022;37(1):87–95. https://doi.org/10.29001/2073-8552-2022-37-1-87-95 .

Введение

Среди сердечно-сосудистых заболеваний лидирующее место занимает ишемическая болезнь сердца (ИБС) [1]. Несмотря на значительные успехи интервенционной кардиологии за последние несколько десятилетий и связанное с этим снижение частоты хирургической реваскуляризации миокарда, хирургическое вмешательство на коронарных артериях (КА) остается стандартом лечения пациентов с многососудистым поражением при ИБС [2].

На сегодняшний день хирургическая реваскуляризация является эффективным и безопасным методом лечения ИБС. Современный уровень коронарной хирургии позволяет выполнять реваскуляризацию миокарда с госпитальной летальностью, не превышающей 3% [3]. Традиционно коронарное шунтирование (КШ) выполняется в условиях искусственного кровообращения (ИК) на остановленном сердце. Это дает отличную визуализацию КА и возможность выполнения анастомозов с высокой точно-

стью. Многочисленные попытки уменьшить послеоперационные осложнения, наблюдаемые после КШ в условиях ИК, в середине 1990-х гг. побудили интерес к выполнению КШ на работающем сердце (РС). За последние десятилетия опубликован ряд исследований, сравнивающих шунтирование КА в условиях ИК и на РС, но оптимальная хирургическая стратегия так и не определена [4, 5]. Большинство этих исследований были недостаточно мощными, чтобы показать значительные различия в смертности, инфаркте миокарда и инсульте после операции КШ.

Одним из крупнейших рандомизированных клинических исследований (РКИ), сравнивающих КШ в условиях ИК и в условиях РС на сегодняшний день является исследование «CORONARY», в которое вошли 4752 пациента из 79 центров в 19 странах. Через 30 дней и через 12 мес. не было значительных различий в первичных исходах (смертность, инфаркт миокарда, инсульт и почечная недостаточность, требующая проведения диализа) [4]. Вторым по величине исследованием является исследование «GORCABE»: пожилые пациенты в возрасте 75 лет и старше были рандомизированы для проведения КШ в условиях РС в 12 немецких центрах. В исследование были включены 2539 пациентов. Первичным результатом была смертность, инсульт, инфаркт миокарда, повторная реваскуляризация или заместительная почечная терапия. Как через 30 дней, так и через 12 мес. после операции не наблюдалось существенной разницы между КШ на РС и в условиях ИК (через 30 дней: 7,8 против 8,2%, $p = 0,74$; через 12 мес.: 13,1 против 14,0%, $p = 0,48$) [6].

Таким образом, ни одно из этих исследований не смогло положить конец дискуссиям о том, следует ли делать КШ на РС, или все же КШ в условиях ИК явля-

ется предпочтительным методом коронарной реваскуляризации.

Цель: дать оценку непосредственным результатам хирургического лечения ИБС с использованием аутоартериальных кондуитов в условиях ИК и на РС.

Материал и методы

С января 2018 г. по сентябрь 2021 г. в отделении № 1 ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Минздрава России (г. Красноярск) 178 пациентам выполнено изолированное КШ с использованием аутоартериальных кондуитов: 88 пациентам хирургическая реваскуляризация миокарда выполнялась в условиях РС (группа 1), 90 пациентам – в условиях ИК (группа 2). Распределение оперированных пациентов по годам представлено на рисунке 1. Исследование является ретроспективным. Критериями включения в исследование были: наличие стенокардии напряжения 2-го и выше функционального класса (Canadian Cardiovascular Society (CCS)), гемодинамически значимое поражение 2 и более КА (стеноз КА 70% и более, диаметр КА за участком поражения не менее 1,5 мм), требующее хирургической реваскуляризации. Критерии исключения: сопутствующая некоронарная патология сердца, требующая хирургической коррекции; тяжелая некардиальная патология; однососудистое поражение, требующее хирургической реваскуляризации; предшествующие операции на сердце. Промежуточные точки исследования – госпитальная летальность, кардиоцеребральные осложнения в госпитальный период. Конечные точки исследования – выживаемость пациентов и проходимость шунтов через 3 года.



Рис. 1. Распределение пациентов по годам
Fig. 1. Distribution of patients by years

Исследование проводилось в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики и принципами Хельсинкской декларации. Протокол исследования одобрен этическим комитетом Федерального центра сердечно-сосудистой хирургии Министерства здравоохранения Российской Федерации (г. Красноярск). До включения в исследование все участники дали письменное информированное согласие.

В обеих группах большинство пациентов были лицами мужского пола. Пациенты были сопоставимы по возрасту, индексу массы тела. Группы значимо не различались по количеству пациентов с ранее перенесенным инфарктом миокарда, сопутствующим сахарным диабетом, хронической обструктивной болезнью легких и хронической болез-

нью почек. Пациентов со значимым поражением (более 70%) брахиоцефальных артерий было больше в группе 1.

Всем пациентам на дооперационном этапе проводилась мультиспиральная компьютерная томография органов грудной клетки. Согласно результатам исследования, кальциноз восходящего отдела аорты встречался чаще в группе 1. Фракция выброса левого желудочка (ФВЛЖ) была сопоставима в обеих группах. Степень операционного риска оценивалась по шкале EuroSCORE II, риск неблагоприятного исхода не различался между группами. Количество гемодинамически значимых поражений КА было сопоставимо в обеих группах. Дооперационная характеристика пациентов представлена в таблице 1.

Таблица 1. Дооперационная характеристика пациентов

Table 1. Preoperative characteristics of patients

Показатели Parameters	Группа 1 Group 1 (n = 88)	Группа 2 Group 2 (n = 90)	p
Возраст, лет Age, years	61,6 ± 7,7	60,2 ± 7,5	0,237
Пол, мужчин, n (%) Male, n (%)	76 (86,3)	75 (83,3)	0,287
Сахарный диабет, n (%) Diabetes mellitus, n (%)	30 (34)	19 (21,1)	0,052
ИМТ (кг/м²) BMI (kg/m²)	30,9 ± 5,7	29,8 ± 5	0,180
Гипертоническая болезнь, n (%) Hypertensive disease, n (%)	87 (98,9)	87 (96,7)	0,325
ХБП (< 60 мл/мин/1,73м²), n (%) CKD (< 60 ml/min/1.73m²), n (%)	38 (43,1)	38 (42,2)	0,983
ХОБЛ, n (%) COPD, n (%)	5 (5,7)	1 (1,1)	0,092
ИМ в анамнезе, n (%) Previous MI, n (%)	48 (54,5)	48 (53,3)	0,872
ФВЛЖ, % LVEF, %	50,5% ± 10,8	52,6% ± 8,1	0,163
Стенокардия напряжения: Canadian Cardiovascular Society:			
II класс, n (%) Class II, n (%)	35 (39,8)	45 (50)	
III класс, n (%) Class III, n (%)	50 (56,9)	42 (46,6)	
IV класс, n (%) Class IV, n (%)	3 (3,4)	3 (3,3)	
Стеноз БЦА, n (%) BCA stenosis, n (%)	27 (30,7)	13 (14,4)	0,009
Кальциноз ВОА, n (%) AA calcification, n (%)	24 (27,3)	11 (12,2)	0,011
EuroSCORE II (SD)	2,3 ± 1,1	2,3 ± 1,3	0,911
Локализация поражения коронарных артерий, n (%) Localization of coronary artery disease, n (%):			
Ствол левой коронарной артерии Trunk of the left coronary artery	22 (25)	27 (27,7)	0,228
Передняя нисходящая артерия Left anterior descending artery	84 (95)	76 (80)	0,014
Диагональная артерия Diagonal artery	14 (15,9)	5 (6,6)	0,013
Промежуточная артерия Intermediate artery	7 (7,9)	4 (4,4)	0,335
Огибающая артерия или ее ветви Circumflex artery and its branches	54 (61,4)	60 (56,6)	0,464
Правая коронарная артерия Right coronary artery	62 (69,3)	42 (46,6)	0,001
Задняя межжелудочковая артерия Posterior descending artery	6 (7,9)	23 (25,5)	0,0006
Заднебоковая артерия Posterior lateral artery	4 (4,5)	9 (10)	0,162
Количество пораженных коронарных артерий Number of coronary arteries affected	2,6 ± 0,7	2,6 ± 0,7	0,393

Примечание: среднее значение ± стандартное отклонение, n – количество, ИМТ – индекс массы тела, ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких, ИМ – инфаркт миокарда, ХБП – хроническая болезнь почек, БЦА – брахиоцефальные артерии, ВОА – восходящий отдел аорты, ФВЛЖ – фракция выброса левого желудочка, EuroSCORE II – шкала оценки риска неблагоприятного исхода хирургического вмешательства.

Note: mean ± standard deviation, n – number, BMI – body mass index, COPD – chronic obstructive pulmonary disease, MI – myocardial infarction, CKD – chronic kidney disease, BCA – brachiocephalic arteries, AA – ascending aorta, LVEF – left ventricular ejection fraction, EuroSCORE II – a scale for assessing the risk of adverse outcome of surgical intervention.

Большинство операций выполнялось через срединную стернотомию, у семи пациентов (7,9%) из группы 1 и трех пациентов (3,3%) из группы 2 операционное вмешательство проводилось через левостороннюю боковую миниторакотомию. Методом скелетизации выделялись левая и правая внутренние грудные артерии (ВГА). Формирование шунтов выполнялось по двум методикам: *in situ* – когда каждая ВГА отсекалась дистально до бифуркации, формировался анастомоз с пораженной КА и методикой комбинированного шунтирования: правая ВГА отсекалась дистально до бифуркации и проксимально до отхождения от правой подключичной артерии и вшивалась в левую ВГА на уровне ушка левого предсердия обвивным непрерывным швом нитью 8-0 по типу «конец в бок» (Y-графт), рисунок 1. Выбор метода формирования шунтов определялся в зависимости от количества пораженных КА и локализации места поражения.

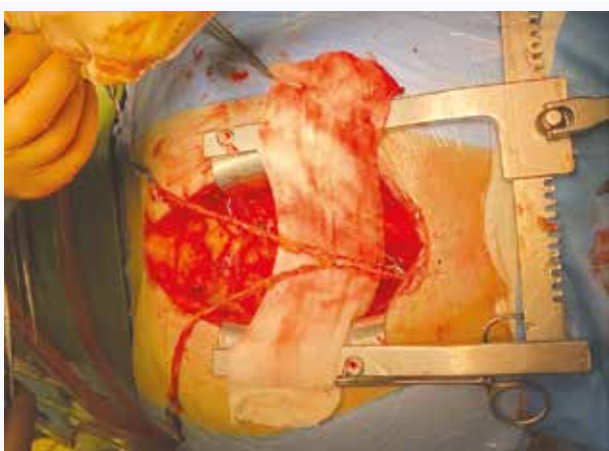


Рис. 1. Сформированный Y-графт для комбинированного шунтирования
Fig. 1. Formed Y-graft for composite bypass grafting

Формирование анастомозов проводилось с использованием техники ромбовидных анастомозов («diamond-shaped»), при выполнении более одного дистального анастомоза применялся метод секвенциального шунтирования (рис. 2).

Операции в условиях ИК выполняли после подключения аппарата ИК по схеме: аорта – правое предсердие. ИК проводили в условиях нормотермии, для защиты миокарда использовали тепловую кровяную кардиоплегию по Calafiore. Последовательность шунтирования КА в условиях ИК была обратной выполнению на РС: первыми шунтировали артерии боковой и задней поверхности сердца, завершали основной этап операции шунтированием ПНА. В дальнейшем осуществляли последовательное отхождение и отключение от аппарата ИК с деканюляцией аорты и правого предсердия. После нейтрализации гепарина протамином сульфата на фоне стабильной гемодинамики проводили оценку функционирования шунтов с помощью флоуметра (Medistim Mira Q, Норвегия). Оценивали линейную скорость кровотока по шунтам (Q), индекс пульсации (PI) и фазу диастолического наполнения шунтов (DF). Результаты флоуметрии шунтов сопоставляли с диапазоном референтных значений, согласно данным мировой литературы (Q – не менее 15–20 мл/мин, PI – не более 5 ед., DF – не выше 25%) [7]. Операцию завершали послойным зашиванием раны и переводом пациента в отделение кардиореанимации.

Операции на РС выполнялись с помощью стабилизаторов миокарда «STABLE V-1» (Beijing MEDOS AT Biotechnology, КНР) и «Hercules» (ESTECH, США). Для сохранения интракоронарного кровотока и хорошей визуализации операционного поля при наложении анастомозов применяли внутрикоронарные шунты (Medtronic, США). Первым этапом формировался анастомоз левой ВГА с передней нисходящей артерией (ПНА) по типу «конец в бок». При необходимости шунтирования диагональной артерии, в первую очередь, выполнялся секвенциальный анастомоз между артерией и левой ВГА по типу «бок в бок», затем анастомоз с ПНА. С целью позиционирования боковой и задней поверхности сердца для шунтирования артерий бассейна огибающей и системы правой КА накладывался глубокий перикардиальный шов в области задней межжелудочковой борозды с формированием турникета.



Рис. 2. Позиционирование боковой стенки левого желудочка для наложения секвенциального анастомоза с артерией тупого края
Fig. 2. Positioning of the left ventricular lateral wall for sequential anastomosis with the obtuse marginal artery

Статистический анализ данных хирургического лечения проводили с помощью программы STATISTICA для Windows, версия 10.0 (Statsoft, Inc., США). Проверку нормальности распределений количественных показателей выполняли с помощью критерия Колмогорова – Смирнова. Количественные признаки, имеющие нормальное распределение, описывали средним значением и стандартным отклонением ($M \pm SD$), в случае отличного от нормального распределения – медианой (Me) и межквартильным диапазоном (Q_1-Q_3). Оценку статистической значимости различий количественных показателей в группах проводили по критерию Стьюдента для нормально распределенных показателей, по критерию Манна – Уитни – при отсутствии нормального распределения показателей. Статистически значимые различия категориальных показателей в группах выявляли по χ^2 -критерию Пирсона или по точному критерию Фишера. Уровень статистической значимости для всех используемых методов установлен как $p = 0,05$.

Результаты

Интраоперационные и ранние послеоперационные данные хирургического лечения пациентов представлены в таблице 2. В своем исследовании мы не увидели достоверной разницы в длительности проведения операций и в длительности проведения искусственной вентиляции легких в послеоперационном периоде, обе груп-

пы были сопоставимы между собой. У всех пациентов обе ВГА использовались либо *in situ*, либо в виде Y-графта в зависимости от числа наложения дистальных анастомозов. В 16 случаях в группе 1 и в 10 случаях в группе 2 при выполнении композитного шунтирования вместо правой ВГА использовалась левая лучевая артерия в связи с плохим качеством кондуита, а в нескольких случаях и с ятрогенным повреждением артерии при выде-

лении. Обе группы пациентов были сопоставимы между собой по числу наложения дистальных анастомозов, развитию острого периоперационного инфаркта миокарда, острого нарушения мозгового кровообращения. Кровотечений, потребовавших проведения рестернотомии в раннем послеоперационном периоде, в группе 2 было больше, но статистической значимости в этом выявлено не было.

Таблица 2. Интраоперационные и ранние послеоперационные данные

Table 2. Intraoperative and early postoperative data

Показатели Parameters	Группа 1 Group 1 (n = 88)	Группа 2 Group 2 (n = 90)	p
Длительность операции, мин [Me (Q ₁ –Q ₃)] Operation time, min [Me (Q ₁ –Q ₃)]	184 (115–234)	174,5 (125–418)	0,866
Время ИК, мин [Me (Q ₁ –Q ₃)] CPB time, min [Me (Q ₁ –Q ₃)]	–	72 (15–162)	–
Время ОА, мин [Me (Q ₁ –Q ₃)] CCT time, min [Me (Q ₁ –Q ₃)]	–	50,5 (0–105)	–
Длительность ИВЛ, ч [Me (Q ₁ –Q ₃)] ALV time, hours [Me (Q ₁ –Q ₃)]	8 (3–19)	8,5 (1–19)	0,300
Количество дистальных анастомозов Number of distal anastomoses	2,7 ± 0,7	2,7 ± 0,6	0,532
Виды используемых аутографтов: Types of autografts used:			
обе ВГА, n (%) both ITA, n (%)	62 (70,4)	80 (88,9)	0,183
левая лучевая артерия, n (%) left radial artery, n (%)	16 (18,2)	10 (11,1)	0,183
Техника шунтирования: Bypass technique:			
<i>in situ</i> , n (%)	17 (19,3)	19 (21,1)	0,767
композитное, n (%) composite, n (%)	23 (26,1)	15 (16,6)	0,124
композитно-секвенциальное, n (%) composite-sequential, n (%)	48 (54,5)	56 (62,2)	0,301
Конверсия, n (%) Conversion, n (%)	4 (4,4)	0	–
Периоперационный ИМ, n (%) Perioperative MI, n (%)	1 (1,1)	1 (1,1)	0,987
ОНМК, n (%) ACA, n (%)	1 (1,1)	2 (2,2)	0,576
Поверхностная раневая инфекция, n (%) Superficial wound infection, n (%)	9 (10,2)	3 (3,3)	0,067
Кровопотеря за 1 сут, мл [Me (Q ₁ –Q ₃)] Blood loss in the first 24 hours, mL [Me (Q ₁ –Q ₃)]	200 (100–900)	285 (100–1100)	0,002
Коронарошунтография, n (%) Graft angiography, n (%)	0	2 (2,2)	–
Кровотечения, n (%) Bleeding, n (%)	1 (1,1)	3 (3,3)	0,325
Летальность, n (%) Mortality, n (%)	0	2 (2,2)	0,161
Койко/день всего, дни Me [(Q ₁ –Q ₃)] Bed/day total, days Me [(Q ₁ –Q ₃)]	11 (6–39)	11 (6–63)	0,133
Койко/день в КР, дни [Me (Q ₁ –Q ₃)] Bed/day in IC, days [Me (Q ₁ –Q ₃)]	2 (1–5)	2 (1–17)	0,025

Примечание: ИК – искусственное кровообращение, ОА – окклюзия аорты, ИВЛ – искусственная вентиляция легких, ВГА – внутренняя грудная артерия, ИМ – инфаркт миокарда, ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения, КР – кардиореанимация.

Note: CPB – cardiopulmonary bypass, CCT – cross – clamp time, ALV – artificial lung ventilation, ITA – internal thoracic artery, MI – myocardial infarction, ACA – acute cerebrovascular accident (stroke), IC – intensive care.

Необходимость в конверсии возникла у четырех пациентов из группы 1. Связано это было с нестабильностью гемодинамики при позиционировании боковой и задней поверхности сердца, несмотря на проводимую инотропную терапию, направленную на стабилизацию

гемодинамики. Коронарошунтография в раннем послеоперационном периоде потребовалась двум пациентам из группы 2: в одном случае проходимость шунтов была не нарушена, отмечался тотальный спазм левой ВГА, на фоне консервативной терапии спазм был купирован. Во

втором случае коронарошунтография проводилась на 4-е сут после операции в связи с резким ухудшением состояния пациента. По данным электрокардиограммы, появились ишемические изменения по боковой стенке миокарда, на исследовании выявлена окклюзия шунта в области наложения анастомоза (к артерии тупого края), в срочном порядке была выполнена ангиопластика со стентированием пораженной КА. В группе 2 кровопотеря по дренажам за 1-е сут была достоверно больше, чем в группе 1, но клинических различий отмечено не было. В обеих группах отсутствовала глубокая стерильная инфекция, наблюдался послеоперационный делирий. Несостоятельность кожных швов и подкожно жировой клетчатки в группе 1 отмечалась чаще, чем в группе 2, но достоверной значимости между обеими группами выяв-

лено не было. Время пребывания пациентов в отделении кардиореанимации статистически значимо различалось между группами, но на фоне общего количества дней пребывания в стационаре мы не увидели значимых различий. Госпитальная летальность составила 2 пациента, оба пациента были из группы 2: в первом случае причиной летального исхода явился острый мезентеральный тромбоз, во втором случае – острый периперационный инфаркт миокарда.

По результатам интраоперационной флоуметрии у всех пациентов линейная скорость кровотока (Q) и индекс пульсации (PI) находились в пределах референтных значений, а цифровые значения этих параметров были сопоставимы между группами и достоверно не различались (табл. 3).

Таблица 3. Показатели интраоперационной флоуметрии шунтов

Table 3. Indicators of intraoperative shunt flowmetry

Показатели Parameters	Группа 1 Group 1 (n = 88)	Группа 2 Group 2 (n = 90)	p
Скорость кровотока по шунту (Q), мл/мин: Shunt blood flow rate (Q), mL/min:			
ПНА LAD	48,8 ± 20,3	58,5 ± 21,5	0,120
ПА IA	52,7 ± 2,3	61,7 ± 17,5	0,468
ДА DA	32 ± 4,6	40	-
АТК OM	55,2 ± 22,7	46,7 ± 18,7	0,265
ПКА RCA	54,7 ± 43,9	68,8 ± 53,9	0,651
ЗМЖВ PDA	37,9 ± 14,4	38,9 ± 15,7	0,888
ЗБА PLA	22 ± 1,4	44,2 ± 16	0,035
Индекс пульсации (PI): Pulse index (PI):			
ПНА LAD	2,3 ± 0,6	2,7 ± 2,9	0,463
ПА IA	2,2 ± 0,2	2,3 ± 0,2	0,692
ДА DA	2,5 ± 0,3	2,1	-
АТК OM	2,3 ± 0,6	2,2 ± 0,6	0,68
ПКА RCA	2,5 ± 0,9	1,8 ± 0,7	0,031
ЗМЖА PDA	2,4 ± 0,6	2,3 ± 0,7	0,900
ЗБА PLA	2,5 ± 0,2	2,1 ± 0,2	0,139

Примечание: ПНА – передняя нисходящая артерия, ПА – промежуточная артерия, ДА – диагональная артерия, АТК – артерия тупого края, ПКА – правая коронарная артерия, ЗМЖА – задняя межжелудочковая артерия, ЗБВ – заднебоковая артерия.

Note: LAD – left anterior descending artery, IA – intermediate artery, DA – diagonal artery, OM – obtuse marginal artery, RCA – right coronary artery, PDA – posterior descending artery, PLA – posterior lateral artery.

Обсуждение

Современные дискуссии о КШ на РС и в условиях ИК сместились в сторону опыта и навыков хирургов, а также определения категории пациентов, для которых КШ на РС является наиболее подходящим [8]. Два экспертных РКИ («CORONARY» [4] и «GOCABE» [9]) не показали разницы

между двумя методиками в выживаемости пациентов в госпитальный период и в ближайшие 5 лет. M. Gaudino в метаанализе РКИ, сравнивающим КШ на РС и в условиях ИК, обнаружил прямую связь между неопытностью хирурга, определяемую как коэффициент конверсии около 10% от перехода к проведению операции в условиях ИК, и поздней смертностью [10]. Наш опыт проведения

операций на РС показал, что частота развития конверсий составила 4,4% и была связана с нестабильностью гемодинамики при позиционировании боковой и задней поверхности сердца.

Несколько РКИ продемонстрировали схожую внутрибольничную летальность между двумя методиками проведения операций и в зависимости от группы риска пациентов, 30-дневная смертность находилась в диапазоне от 0 до 6,7% [4, 6]. Согласно данным многоцентрового регистра Японии (CREDO – Kyoto), скорректированная 30-дневная летальность существенно не различалась между пациентами, прооперированными в условиях ИК и на РС, независимо от их прогнозируемого риска операционной смертности [11]. Напротив, данные 12812 пациентов из Национальной базы кардиологических заболеваний у взрослых Общества торакальных хирургов (США) показали значительное снижение 30-дневной летальности после проведения КШ на РС (скорректированное отношение шансов 0,68; 95% ДИ 0,46–0,99; $p = 0,045$) и с эквивалентной 10-летней выживаемостью [12]. Мы в своем исследовании не отметили достоверной разницы в летальности в госпитальном периоде ($p = 0,161$). Т. Luo в метаанализе, включающим 7 РКИ с участием 9128 пациентов, показал отсутствие значимой разницы во всех событиях за госпитальный период (смертность, ОШ = 0,90; 95% ДИ: 0,69–1,16; $p = 0,41$; инфаркт миокарда, ОШ = 0,95; 95% ДИ: 0,79–1,15; $p = 0,61$; инсульт, ОШ = 0,78; 95% ДИ: от 0,56 до 1,07; $p = 0,12$; почечная недостаточность потребовавшая проведения диализа, ОШ = 0,84; 95% ДИ: от 0,60 до 1,18; $p = 0,43$; реваскуляризация: ОШ = 1,95; 95% ДИ: от 0,79 до 4,85; $p = 0,15$) [13].

Одним из грозных осложнений после операции КШ является инсульт. Считается, что отсутствие манипуляций с аортой при выполнении операции на РС снижает частоту развития послеоперационного инсульта, однако ни одно РКИ не продемонстрировало преимуществ КШ на РС в снижении количества этого осложнения. В самом крупном РКИ «CORONARY» [4] инсульт наблюдался у 1% пациентов из группы РС и у 1,1% в группе с ИК в течение 30 дней. Аналогичные результаты были получены в исследовании «ROOBY» с участием 2203 пациентов с низким риском из 18 медицинских центров по делам ветеранов [14]. В течение 30 дней инсульт был зарегистрирован у 1,3% пациентов в группе РС и 0,7% у пациентов из группы ИК ($p = 0,2$). Даже в РКИ с участием пожилых пациентов или пациентов из группы высокого риска КШ на РС

не показала значительного снижения частоты инсульта. В исследовании «DOORS» было рандомизировано 900 пациентов в возрасте старше 70 лет, которым было произведено КШ на РС и в условиях ИК: через 30 дней инсульт наблюдался у 2,2 и 4% ($p = 0,12$) соответственно [15].

Наши результаты сопоставимы с результатами вышеупомянутых исследований: мы не увидели преимуществ по частоте неврологических осложнений среди пациентов, оперированных в условиях ИК и на РС: 1,1 и 2,2% ($p = 0,576$), периоперационному инфаркту миокарда: 1,1 и 1,1% ($p = 0,987$), числу шунтированных КА: $2,7 \pm 0,7$ и $2,7 \pm 0,6$ ($p = 0,532$); острая почечная недостаточность, требовавшая проведения гемодиализа, отсутствовала в обеих группах.

Частота развития медиастенита составляет 0,5–2%, в группу риска входят пациенты женского пола, а также больные с ожирением, хронической обструктивной болезнью легких, сахарным диабетом, почечной недостаточностью. Выделение ВГА лоскутным методом обедняет кровоснабжение грудины, тем самым вызывая ее ишемию. В свою очередь, техника скелетизации позволяет сохранить коллатеральный кровоток в грудине, а значит, и уменьшить риск развития глубокой стеральной инфекции [16]. В нашем исследовании выделение ВГА с помощью техники скелетизации не сопровождалось развитием глубокой стеральной инфекции, что может говорить об эффективности данной методики.

Заключение

Аутоартериальное КШ является современным, безопасным и эффективным методом реваскуляризации миокарда как в условиях РС, так и в условиях ИК, а применение технологии Y-графта позволяет не ограничивать хирурга в возможности выполнения полной реваскуляризации миокарда. Данную хирургическую технологию необходимо рассматривать как операцию выбора для пациентов с множественным поражением КА. Выполнение операций в условиях ИК не увеличивает частоту кардиocereбральных событий в раннем послеоперационном периоде. Необходим дальнейший анализ результатов исследования на более отдаленных сроках.

Ограничения исследования

Ограничением данного исследования является его одноцентровый характер, рандомизация не проводилась в связи с ретроспективным анализом результатов.

Литература / References

1. Жмуров Д.В., Парфентева М.А., Семенова Ю.В. Ишемическая болезнь сердца. *Colloquium Journal*. 2020;29(81):32–37. DOI: 10.24412/2520-2480-2020-2981-32-37.
2. Gmurov D.V., Parfenteva M.A., Semenova Y.V. Coronary heart disease. *Colloquium Journal*. 2020;29(81):32–37 (In Russ.). DOI: 10.24412/2520-2480-2020-2981-32-37.
3. Neumann F.J., Sousa-Uva M., Ahlsson A., Alfonso F., Banning A.P., Benedetto U. et al. ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *Eur. Heart J*. 2019;40(2):87–165. DOI:10.1093/eurheartj/ehy394.
4. Hua M., Scales D.C., Cooper Z., Pinto R., Moitra V., Wunsch H. Impact of public reporting of 30-day mortality on timing of death after coronary artery bypass graft surgery. *Anesthesiology*. 2017;127(6):953–960. DOI: 10.1097/ALN.0000000000001884.
5. Lamy A., Devereaux P.J., Prabhakaran D., Taggart D.P., Hu S., Straka Z. et al. Five-year outcomes after off-pump or on-pump coronary-artery bypass grafting. *N. Engl. J. Med*. 2016;375(24):2359–2368. DOI: 10.1056/NEJMoa1601564.
6. Hueb W., Rezende P.C., Gersh B.J., Soares P.R., Favarato D., Lima E.G. et al. Ten-year follow-up of off-pump and on-pump multivessel coronary artery bypass grafting: MASS III. *Angiology*. 2019;70(4):337–344. DOI: 10.1177/0003319718804402.
7. Diegeler A., Borgermann J., Kappert U., Breuer M., Böning A., Ursulescu A. et al. Off-pump versus on-pump coronary artery bypass grafting in elderly patients. *N. Engl. J. Med*. 2013;368(13):1189–1198. DOI: 10.1056/NEJMoa1211666.
8. Niclauss L. Techniques and standards in intraoperative graft verification by transit time flow measurement after coronary artery bypass graft surgery: A critical review. *Eur. J. Cardiothorac. Surg*. 2016;51(1):26–33. DOI: 10.1093/ejcts/ezw203.
9. Patel V., Unai S., Gaudino M., Bakaeen F. Current readings on outcomes after off-pump coronary artery bypass grafting. *Semin. Thorac. Cardiovasc. Surg*. 2019;31(4):726–733. DOI: 10.1053/j.semtcvs.2019.05.012.
10. Diegeler A., Borgermann J., Kappert U., Hilker M., Doenst T., Böning A. et al. Five-year outcome after off-pump or on-pump coronary artery bypass grafting in elderly patients. *Circulation*. 2019;139(16):1865–1871. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.118.035857.

10. Gaudino M., Benedetto U., Bakaeen F., Rahouma M., Tam D.Y., Abouarab A. et al. Off- versus on-pump coronary surgery and the effect of follow-up length and surgeons' experience: A meta-analysis. *J. Am. Heart Assoc.* 2018;7(21):e010034. DOI: 10.1161/JAHA.118.010034.
11. Marui A., Okabayashi H., Komiya T., Tanaka S., Furukawa Y., Kita T. et al. Benefits of off-pump coronary artery bypass grafting in high-risk patients. *Circulation.* 2012;126(11):S151–157. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.111.083873.
12. Puskas J.D., Kilgo P.D., Lattouf O.M., Thourani V.H., Cooper W.A., Vassiliades T.A. et al. Off-pump coronary bypass provides reduced mortality and morbidity and equivalent 10-year survival. *Ann. Thorac. Surg.* 2008;86(4):1139–1146. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2008.05.073.
13. Luo T., Ni Y. Short-term and long-term postoperative safety of off-pump versus on-pump coronary artery bypass grafting for coronary heart disease: A meta-analysis for randomized controlled trials. *Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2015;63(4):319–327. DOI:10.1055/s-0035-1544232.
14. Shroyer A.L., Hattler B., Wagner T.H., Collins J.F., Baltz J.H., Quin J.A. et al. Five-year outcomes after on-pump and off-pump coronary-artery bypass. *N. Engl. J. Med.* 2017;377(7):623–632. DOI: 10.1056/NEJMoa1614341.
15. Houlihan K., Kjeldsen B.J., Madsen S.N., Rasmussen B.S., Holme S.J., Nielsen P.H. et al. On-pump versus off-pump coronary artery bypass surgery in elderly patients: Results from the Danish on-pump versus off-pump randomization study. *Circulation.* 2012;125:2431–2439. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.111.052571.
16. Benedetto U., Altman D.G., Gerry S., Gray A., Lees B., Pawlaczyk R. et al. Arterial Revascularization Trial Investigators. Pedicled and skeletonized single and bilateral internal thoracic artery grafts and the incidence of sternal wound complications: insights from the Arterial Revascularization Trial. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2016;152:270–276. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2016.03.056.

Информация о вкладе авторов

Мурадов А.Г., Эфендиев В.У. – концепция и дизайн исследования, статистическая обработка.

Мурадов А.Г. – сбор и обработка материала, написание текста.

Эфендиев В.У., Андин А.В., Дробот Д.Б., Сакович В.А. – редактирование.

Information on author contributions

Muradov A.G. and Efendiev V.U. – research concept, study design, and statistical processing of data.

Muradov A.G. – data collection, processing of study material, and writing the manuscript.

Efendiev V.U., Andin A.V., Drobot D.B., and Sakovich V.A. – manuscript revision and editing.

Сведения об авторах

Мурадов Асим Гасанович, врач сердечно-сосудистый хирург кардиохирургического отделения № 1, Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии Министерства здравоохранения Российской Федерации. ORCID 0000-0003-4096-0375.

E-mail: ranjer1986@mail.ru.

Эфендиев Видади Умудович, канд. мед. наук, врач сердечно-сосудистый хирург кардиохирургического отделения № 1, Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии Министерства здравоохранения Российской Федерации. ORCID 0000-0002-5170-4978.

E-mail: vidadiue@gmail.com.

Андин Алексей Валентинович, канд. мед. наук, врач сердечно-сосудистый хирург, заведующий кардиохирургическим отделением № 1, Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии Министерства здравоохранения Российской Федерации. ORCID 0000-0003-4184-742X.

E-mail: Andin.AV@krascor.ru.

Дробот Дмитрий Борисович, д-р мед. наук, профессор кафедры и клиники сердечно-сосудистой хирургии, Институт последипломного образования, Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого Министерства здравоохранения Российской Федерации. ORCID 0000-0001-9003-4818.

E-mail: DrobotDB@krascor.ru.

Сакович Валерий Анатольевич, д-р мед. наук, профессор, главный врач, Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии Министерства здравоохранения Российской Федерации; заведующий кафедрой и клиники сердечно-сосудистой хирургии, Институт последипломного образования, Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого Министерства здравоохранения Российской Федерации. ORCID 0000-0001-7743-8770.

E-mail: SakovichVA@krascor.ru.

 **Мурадов Асим Гасанович**, e-mail: ranjer1986@mail.ru.

Asim G. Muradov, Cardiovascular Surgeon, Cardiovascular Department No. 1, Federal Center for Cardiovascular Surgery. ORCID 0000-0003-4096-0375.

E-mail: ranjer1986@mail.ru.

Vidadi U. Efendiev, Cand. Sci. (Med.), Cardiovascular Surgeon, Cardiovascular Department No. 1, Federal Center for Cardiovascular Surgery. ORCID 0000-0002-5170-4978.

E-mail: vidadiue@gmail.com.

Aleksey V. Andin, Cand. Sci. (Med.), Cardiovascular Surgeon, Head of Cardiovascular Department No. 1, Federal Center for Cardiovascular Surgery. ORCID 0000-0003-4184-742X.

E-mail: Andin.AV@krascor.ru.

Dmitry B. Drobot, Dr. Sci. (Med.), Professor, Department and Clinic of Cardiovascular Surgery, Institute of Postgraduate Education, Krasnoyarsk State Medical University named after Professor V.F. Voino-Yasenetsky. ORCID 0000-0001-9003-4818.

E-mail: DrobotDB@krascor.ru.

Valery A. Sakovich, Dr. Sci. (Med.), Professor, Chief Physician, Federal Center for Cardiovascular Surgery; Head of the Department and Clinic of Cardiovascular Surgery, Krasnoyarsk State Medical University named after Professor V.F. Voino-Yasenetsky. ORCID 0000-0001-7743-8770.

E-mail: SakovichVA@krascor.ru.

 **Asim G. Muradov**, e-mail: ranjer1986@mail.ru.

Received November 30, 2021

Поступила 30.11.2021