

doi: 10.25005/2074-0581-2024-26-2-203-213

«ХИРУРГИЧЕСКАЯ ФОРМУЛА» КОРОНАРНОГО ШУНТИРОВАНИЯ: НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ И ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОЙ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ЛЕЧЕНИЯ

О.А. МАХАЧЕВ^{1,2}, М.Н. АСКАДИНОВ¹, Г.М. АБУСОВ^{1,2}, Р.Г. ИБРАГИМОВ¹, З.Г. ДИБИРОВА¹, К.И. АБДУЛАЕВ¹

¹ Дагестанский центр кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии им. А.О. Махачева, Махачкала, Российская Федерация

² Кафедра кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии с лабораторией хирургической техники, Институт дополнительного профессионального образования, Дагестанский государственный медицинский университет, Махачкала, Российская Федерация

Стремление кардиохирургов к полной реваскуляризации миокарда (РМ), дефицит кондуитов привели к появлению различных вариантов секвенциального и композитного коронарного шунтирования (КШ), что вызывает необходимость унификации обозначения различных его хирургических опций по каждому пациенту, а также разработки подхода к систематизации вариантов КШ.

Цель: разработка метода для формирования «хирургической формулы» КШ и оценка результатов её использования для систематики вариантов прямой РМ.

Материал и методы: с января 2020 по декабрь 2023 года в Дагестанском центре кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии им. А.О. Махачева выполнено 452 операции изолированного маммаро-аортокоронарного шунтирования (МАКШ) с использованием двух и трёх шунтов (Ш). Операции на сокращающемся сердце (off-pump) были выполнены 315 больным, в условиях искусственного кровообращения – 137 пациентам. Индекс реваскуляризации миокарда составил – 3,5. У всех больных проведено обозначение хирургических вариантов МАКШ с использованием сокращённого названия каждого кондуита и коронарных артерий. После завершения последовательного обозначения всех компонентов операции, создана «хирургическая формула» для каждого варианта хирургической РМ.

Результаты: госпитальная летальность среди пациентов данной группы отсутствовала. Частота дисфункции Ш по данным интраоперационного контроля составила 0,4%. Для всех вариантов операций, выполненных 452 больным, созданы 32 «хирургические формулы».

Заключение: внедрение в кардиохирургические стационары записи операций в виде «хирургических формул» облегчит систематизацию и классификацию вариантов КШ.

Ключевые слова: ишемическая болезнь сердца, аортокоронарное шунтирование, секвенциальное коронарное шунтирование, кондуит.

Для цитирования: Махачев ОА, Аскадинов МН, Абусов ГМ, Ибрагимов РГ, Дибирова ЗГ, Абдулаев КИ. «Хирургическая формула» коронарного шунтирования: новые возможности для компьютерной обработки данных и персонализированной оценки результатов лечения. *Вестник Авиценны.* 2024;26(2):203-13. <https://doi.org/10.25005/2074-0581-2024-26-2-203-213>

“SURGICAL FORMULA” FOR CORONARY BYPASS: NEW OPPORTUNITIES FOR COMPUTER DATA PROCESSING AND PERSONALIZED ASSESSMENT OF TREATMENT RESULTS

О.А. МАХАЧЕВ^{1,2}, М.Н. АСКАДИНОВ¹, Г.М. АБУСОВ^{1,2}, Р.Г. ИБРАГИМОВ¹, З.Г. ДИБИРОВА¹, К.И. АБДУЛАЕВ¹

¹ A.O. Makhachev Center for Cardiology and Cardiovascular Surgery, Makhachkala, Russian Federation

² Department Cardiology and Cardiovascular Surgery with Laboratory of Surgical Techniques, Institute of Additional Professional Education, Dagestan State Medical University, Makhachkala, Russian Federation

The striving of cardiac surgeons for complete myocardial revascularization (MR) and the shortage of conduits resulted in the emergence of various options for sequential and composite coronary artery bypass grafting (CABG), which necessitates unifying specification of its various surgical options for each patient and developing an approach to systematize CABG options.

Objective: To develop a “surgical formula” for CABG and evaluate the results of its application for the taxonomy of direct MR options.

Methods: Four hundred fifty-two internal mammary artery-aortocoronary bypass (IMA-ACB) using two and three shunts (conduits) were performed from January 2020 to December 2023 at A.O. Makhachev Center for Cardiology and Cardiovascular Surgery, Makhachkala, Dagestan. Off-pump surgeries were performed in 315 patients, while 137 patients underwent on-pump CABG. The MR index was 3.5. Every IMA-ACB option had specifications indicating the particular donor artery, graft, and recipient coronary artery (CA). A “surgical formula” comprising the above specifications was developed for every MR surgery option.

Results: There was no in-hospital mortality among the patients enrolled in the study. According to intraoperative monitoring, the incidence of shunt dysfunction was 0.4%. Overall, 32 “surgical formulas” were developed for all types of operations performed in patients enrolled in this study.

Conclusion: Introducing “surgical formulas” in the operation records at the cardiac surgery departments facilitates the systematization and classification of CABG options.

Keywords: Coronary artery disease, coronary artery bypass grafting, sequential coronary artery bypass grafting, conduit.

For citation: Makhachev OA, Askadinov MN, Abusov GM, Ibragimov RG, Dibirova ZG, Abdulaev KM. «Khirurgicheskaya formula» koronarnogo shuntirovaniya: novye vozmozhnosti dlya komp'yuternoy obrabotki dannykh i personalizovannoy otsenki rezul'tatov lecheniya ["Surgical formula" for coronary bypass: New opportunities for computer data processing and personalized assessment of treatment results]. *Vestnik Avitsenny [Avicenna Bulletin]*. 2024;26(2):203-13. <https://doi.org/10.25005/2074-0581-2024-26-2-203-213>

ВВЕДЕНИЕ

Общепризнанно стремление кардиохирургов к максимально полной РМ у больных с ишемической болезнью сердца [1-4]. Большое значение в коронарной хирургии имеет использование различных видов кондуитов, и особенно это актуально при их дефиците [5-7]. В последнее время развитие коронарной хирургии имеет тенденцию к полной аутоартериальной реваскуляризации [8-10], к использованию обеих маммарных артерий [11, 12] и минимально инвазивной хирургии [13] с использованием роботизированной техники [14, 15]. Одним из путей увеличения зоны и массы реваскуляризованного миокарда является создание секвенциальных анастомозов и композитное КШ. Исходя из этого, становится понятным многообразие хирургических вариантов КШ и необходимость как обозначения хирургических вариантов операции у каждого отдельного пациента, так и создание метода для систематики вариантов КШ.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Разработка метода для формирования «хирургической формулы» КШ и оценка результатов её использования для систематики вариантов прямой РМ.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

С января 2020 по декабрь 2023 года в Дагестанском центре кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии им. А.О. Махачева 452 больным выполнено изолированное МАКШ двух и более сосудов. Средний возраст пациентов составил 62,2 года, мужчин было 357 (79%). Ранее инфаркт миокарда перенесли 207 (45,7%) пациентов, сахарный диабет выявлен у 141 (31,2%) больного. II функциональный класс (ФК) стенокардии по CCS был у 59 (13,1%) пациентов, III-IV – у 393 (86,9%) больных. Фракция выброса (ФВ) менее 40% отмечена у 78 (17,2%) больных. У 114 (25,2%) пациентов ранее было выполнено стентирование коронарных артерий (КА) (табл. 1).

Показаниями к КШ были: значимое поражение ствола левой коронарной артерии (ЛКА), трёхсосудистое поражение и отсутствие возможности для выполнения стентирования КА. Среднее значение выраженности атеросклероза КА по шкале SYNTAX составило $30,4 \pm 4,7$; максимальное количество дистальных анастомозов – 6; индекс реваскуляризации – 3,5. У 308 (68,1%) пациентов для шунтирования двух и более артерий использовался метод секвенции. Операция в условиях искусственного кровообращения и кардиоплегии (кровяная, тепловая кардиоплегия по методике Калафиоре) выполнена 137 (30,3%) пациентам, 315 (69,7%) больным – на работающем сердце (табл. 2).

Всем пациентам выполнялся интраоперационный контроль качества созданных анастомозов: 152 (33,6%) больным выполнена интраоперационная шунтография, 149 (32,9%) пациентам – двойной контроль (интраоперационная шунтография и интраоперационная ультразвуковая флоуметрия) и 151 (33,4%) больному выполнена только интраоперационная ультразвуковая флоуметрия.

INTRODUCTION

It is generally accepted that cardiac surgeons strive for the most complete MR in patients with coronary artery disease [1-4]. The use of various types of shunts (SH) is of great importance in coronary surgery, especially when there is a shortage of conduits [5-7]. Recently, the development of coronary surgery has tended towards complete auto arterial revascularization [8-10], the use of mammary artery technologies [11, 12], and minimally invasive surgery [13] using robotic technology [14, 15]. One of the ways to increase the area and mass of revascularized myocardium is to apply sequential anastomoses and composite CABG. Therefore, the variety of surgical options for CABG prompts the need to distinctly specify a surgical option chosen for each patient and develop their taxonomy.

PURPOSE OF THE STUDY

Development of a "surgical formula" for CABG and evaluation of the results of its application for taxonomy of the direct RM options.

METHODS

Four hundred fifty-two patients underwent isolated IMA-ACB with two or more blood vessels from January 2020 to December 2023 at A.O. Makhachev Center for Cardiology and Cardiovascular Surgery, Makhachkala, Dagestan. The mean age of the patients was 62.2 years; 357 (79%) were men. Two hundred seven (45.7%) patients had a history of myocardial infarction; diabetes mellitus was detected in 141 (31.2%) patients. CCSA class II was diagnosed in 59 (13.1%) patients, III-IV – in 393 (86.9%) patients. Ejection fraction (EF) of less than 40% was observed in 78 (17.2%) patients. One hundred fourteen (25.2%) patients had previously undergone CA stenting (Table 1).

The indications for CABG were a left main coronary artery (LMCA) lesion, triple vessel disease, and the inability to perform CA stenting. The average SYNTAX score was 30.4 ± 4.7 ; the largest number of distal anastomoses (DA) was 6; and the revascularization index was 3.5. In 308 (68.1%) patients, the sequencing method was used to bypass two or more arteries. On-pump surgery and Calafiore's warm blood cardioplegia were performed in 137 (30.3%) patients, 315 (69.7%) patients were operated off-pump (Table 2).

All patients underwent intraoperative quality control of the created anastomoses: 152 (33.6%) patients underwent intraoperative graft angiography, 149 (32.9%) patients underwent double control (intraoperative graft angiography and intraoperative ultrasound flowmetry), and 151 (33.4%) patients underwent only intraoperative ultrasound flowmetry.

Compiling of the CABG "surgical formula" includes the following sequence and specifications:

Таблица 1 Клинические показатели до операции (n=452)

Table 1 Clinical parameters of the patients before surgery (n=452)

Показатели Parameter	Количество больных (%) Number of patients (%)
Возраст, лет (M±m) / Age, years (M±m)	62.2±8.0
Мужской пол / Male	357 (79%)
Стенокардия III-IV ФК / CCSA score III-IV	393 (86.9%)
Syntax Score	30.4±4.7
ФВ<40% / EF<40%	78 (17.2%)
ПИКС / PICS	207 (45.7%)
Стентирование в анамнезе / History of stenting	114 (25.2%)
НРС / Cardiac arrhythmia	91 (20.1%)
Мультифокальный атеросклероз / Multifocal atherosclerosis	116 (25.6%)
Ожирение / Obesity	122 (26.9%)
АГ / АН	371 (83.1%)
Сахарный диабет / Diabetes mellitus	141 (31.2%)
ХОБЛ / COPD	25 (5.5%)
НМК в анамнезе / CVA	40 (8.8%)

Примечания: ПИКС – постинфарктный кардиосклероз, АГ – артериальная гипертензия, НРС – нарушение ритма сердца, ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь лёгких, НМК – нарушение мозгового кровообращения

Notes: PICS – post-infarction cardiosclerosis, АН – arterial hypertension, COPD – chronic obstructive pulmonary disease, CVA – cerebrovascular accident

Таблица 2 Интраоперационные показатели (n=452)

Table 2 Intraoperative indicators (n=452)

Параметры / Options	Значения Values
Операция в условиях искусственного кровообращения, n (%) On-pump surgery	137 (30.3%)
Операция на работающем сердце, n (%) Off-pump surgery	315 (69.7%)
Индекс реваскуляризации, M±SD Revascularization index, M±SD	3.5±0.8
Ревизия Ш, n (%) SH revision	6 (1.3%)
Длительность искусственного кровообращения (мин), M±SD Cardiopulmonary bypass time (min), M±SD	92.4±27.9
Длительность ишемии (мин), M±SD Duration of ischemia (min), M±SD	57.9±19.9

Метод формирования «хирургической формулы» КШ включает следующую последовательность и обозначения:

1. Сосуд-донор коронарного кровотока:
 - 1.1 Аорта (Ao)
 - 1.2 ЛВГА (левая внутренняя грудная артерия)
 - 1.3 ПВГА (правая внутренняя грудная артерия)
 - 1.4 БЦС (брахиоцефальный ствол)
2. Трансплантат-конduit
 - 2.1 Аутовена (Auv)
 - 2.2 Лучевая артерия (Луа)
 - 2.3 ЛВГА
 - 2.4 ПВГА
 - 2.5 ПЖСА (правая желудочно-сальниковая артерия)
 - 2.6 НЭА (нижняя эпигастральная артерия)
3. Сосуд-реципиент или целевая коронарная артерия.

При создании дополнительных анастомозов с не целевыми коронарными артериями, они обозначаются как секвенциальные [(с) – если один анастомоз], если их несколько – используется последовательное обозначение – с1, с2, ... для не целевой КА, которая шунтирована.

В наблюдениях, когда трансплантат-конduit является комбинированным (композит) необходимо использовать следующие

1. Coronary blood flow donor vessel:
 - 1.1 Aorta (Ao)
 - 1.2 LIMA (left internal mammary artery)
 - 1.3 RIMA (right internal mammary artery)
 - 1.4 BCT (brachiocephalic trunk)
2. Conduit
 - 2.1 Autovein (Auv)
 - 2.2 Radial artery (RA)
 - 2.3 LIMA
 - 2.4 RIMA
 - 2.5 RGEA (right gastroepiploic artery)
 - 2.6 IEA (inferior epigastric artery)
3. Recipient vessel or target coronary artery.

When additional anastomoses with non-target CAs are created, they are specified as sequential (s) in case of a single anastomoses or, if anastomoses are more than one, s1, s2, etc respectively for a non-target CA that is bypassed.

If a composite graft conduit is used, the following specifications are recommended: IMA+Auv, IMA+RA, Auv+RA, etc. If necessary, the shape of the composite should be specified, as I-graft, T-graft, Y-graft, U-graft, H-graft, K-graft, X-graft.

обозначения: ВГА+Аув, ВГА+Луа, Аув+Луа и т.д., а также при необходимости указать форму композита: I-графт, Т-графт, Y-графт, U-графт, H-графт, К-графт, X-графт.

После завершения последовательного обозначения хирургического варианта КШ создаём формулу для каждого сосуда-донора (1 – 2 – 3), где 1 – сосуд-донор, 2 – конduit, 3 – целевая коронарная артерия, при наличии секвенций с не целевыми артериями необходимо их указать (с, с1, с2, ...) до обозначения целевой артерии.

Таким образом, окончательная и полная «хирургическая формула» КШ будет выглядеть так: [(I) (II)], где I – формула для первого сосуда-донора, II – формула для второго сосуда-донора и т.д.

Статистическая обработка данных выполнена в программах MS Excel 2010 (Microsoft, USA) и SPSS 26.0 (IBM, USA). Дескриптивный анализ относительных величин был представлен в виде долей (%). Количественные данные приведены в средних значениях с указанием минимальных и максимальных значений.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Госпитальная летальность отсутствовала. Из ближайших послеоперационных осложнений в 5 (1,1%) случаях было кровотечение, потребовавшее ревизии средостения. У трёх пациентов (0,7%) в ближайшем послеоперационном периоде возникли транзиторные ишемические атаки, которые были купированы консервативной терапией. Осложнения со стороны лёгких (пневмо- и гидроторакс) наблюдались у 7 (1,5%) пациентов. У 56 (12,4%) больных в послеоперационном периоде возникли пароксизмы фибрилляции предсердий, во всех случаях выполнена эффективная фармакологическая кардиоверсия. Время ИВЛ составило – 293,7±52,6 мин, сроки пребывания в ОРИТ – от 1 до 6 суток.

Таблица 3 Систематика хирургических вариантов МАКШ с использованием 2 Ш (кондуитов)

Число ДА	«Хирургическая формула» (варианты)	n (%)
2	(1) [(ЛВГА-ПМЖВ) (Ао-Аув-ПКА*)]	33 (17%)
	(2) [(ЛВГА-ПМЖВ) (ПВГА-Аув-ЗМЖВ)]	
	(3) [(Ао-Аув-ВТК**) (Ао-Аув-ПКА*)]	
3	(4) [(ЛВГА-ПМЖВ) (Ао-Аув-ВТКс-ЗМЖВ)]	105 (54%)
	(5) [(ЛВГА-ПМЖВ) (Ао-Аув-ДВс-ВТК)]	
	(6) [(ЛВГА-ПМЖВ) (Ао-Аув-ВТК1с-ВТК2)]	
	(7) [(ЛВГА-ПМЖВ) (Ао-Аув-ИМАС-ВТК)]	
	(8) [(ЛВГА-ДВс-ПМЖВ) (Ао-Аув-ПКА*)]	
4	(9) [(ЛВГА-ПМЖВ) (Ао-Аув-ПКАс-ЗБВ)]	47 (24%)
	(10) [(ЛВГА-ПМЖВ) (Ао-Аув-ДВс-ВТКс-ЗМЖВ)]	
	(11) [(ЛВГА-ДВс-ПМЖВ) (Ао-Аув-ИМАС-ВТК)]	
	(12) [(ЛВГА-ДВс-ПМЖВ) (Ао-Аув-ВТКс-ЗМЖВ)]	
5	(13) [(ЛВГА-ДВс-ПМЖВ) (Ао-Аув-ПКАс-ЗБВ ПКА)]	9 (5%)
	(14) [(ЛВГА-ДВс-ПМЖВ) (Ао-Аув-ПКА*с-ЗБВ ОВ)]	
	(15) [(ЛВГА-ДВс-ПМЖВ) (Ао-Аув-ВТК1с ₁ -ВТК2с ₂ -ЗМЖВ)]	
	(16) [(ЛВГА-ДВс-ПМЖВ) (Ао-Аув-ПКАс ₁ -ЗМЖВс ₂ -ВТК)]	
	(17) [(ЛВГА-ПМЖВ) (Ао-Аув-ДВс-ВТК1с ₁ -ВТК2с ₂ -ЗМЖВ)]	
Всего		194 (100%)

Примечания: ДА – дистальный анастомоз; n – количество больных; ПКА – правая коронарная артерия; ДВ – диагональная ветвь; ВТК – ветвь тупого края; ВОК – ветвь острого края; ИМАС – интермедиарная артерия; ЗМЖВ – задняя межжелудочковая ветвь; ЗБВ – задняя боковая ветвь; ОВ – огибающая ветвь; * – или одна из её ветвей (ВОК, ЗМЖВ, ЗБВ); ** – ВТК1 или ВТК2

After every component involved in the particular CABG option is given its specification, we compile a formula for each donor vessel (1 – 2 – 3), where 1 stands for the donor vessel, 2 – for the conduit, 3 – for the target CA; if there are sequences with non-target arteries, they are specified as c, c1, c2, etc. before the specification of the target artery.

Thus, the final and complete CABG “surgical formula” comes to: [(I) (II)], where I stands for the first donor vessel, II – for the second donor vessel, etc.

Statistical data processing was performed using MS Excel 2010 (Microsoft, USA) and SPSS 26.0 (IBM, USA). Descriptive analysis of relative values was presented in proportions (%). Quantitative data are presented with mean, minimum and maximum values.

RESULTS AND DISCUSSION

There was no in-hospital mortality among the patients enrolled in this study. Among the immediate postoperative complications, in 5 cases (1.1%) cases, there was bleeding, which required revision of the mediastinum. Three patients (0.7%) experienced transient ischemic attacks in the immediate postoperative period, which were relieved by conservative therapy. Pulmonary complications (pneumo- and hydrothorax) were observed in 7 patients (1.5%). In 56 patients (12.4%), paroxysms of atrial fibrillation occurred in the postoperative period; in all cases pharmacological cardioversion was effective. The mechanical ventilation time was 293.7±52.6 minutes; the ICU stay was from 1 to 6 days.

Table 3 presents surgical options for IMA-ACB using two SH (conduits) in 194 patients. The range of operations for IMA-ACB-2

Table 3 Specification of surgical options for IMA-ACB using 2 shunts (conduits)

Number DA	"Surgical formula" (options)	n (%)
2	(1) [(LIMA-LAD) (Ao-Auv-RCA*)]	33 (17%)
	(2) [(LIMA-LAD) (RIMA-Auv-PDA)]	
	(3) [(Ao-Auv-OM**) (Ao-Auv-RCA*)]	
3	(4) [(LIMA-LAD) (Ao-Auv-OMs-PDA)]	105 (54%)
	(5) [(LIMA-LAD) (Ao-Auv-Ds-OM)]	
	(6) [(LIMA-LAD) (Ao-Auv-OM1s-OM2)]	
	(7) [(LIMA-LAD) (Ao-Auv-RIs-OM)]	
	(8) [(LIMA-Ds-LAD) (Ao-Auv-RCA*)]	
4	(9) [(LIMA-LAD) (Ao-Auv-RCAs-PLV)]	47 (24%)
	(10) [(LIMA-LAD) (Ao-Auv-Ds-OMs-PDA)]	
	(11) [(LIMA-Ds-LAD) (Ao-Auv-RIs-OM)]	
	(12) [(LIMA-Ds-LAD) (Ao-Auv-OMs-PDA)]	
	(13) [(LIMA-Ds-LAD) (Ao-Auv-RCAs-PLV RCA)]	
	(14) [(LIMA-Ds-LAD) (Ao-Auv-RCA*s-PLV LCx)]	
5	(15) [(LIMA-Ds-LAD) (Ao-Auv-OM1s1-OM2s2-PDA)]	9 (5%)
	(16) [(LIMA-Ds-LAD) (Ao-Auv-RCAs1-PDAs2-OM)]	
	(17) [(LIMA-LAD) (Ao-Auv-Ds-OM1s1-OM2s2-PDA)]	
Total		194 (100%)

Notes: DA – distal anastomosis; n – number of patients; RCA – right coronary artery, RI – ramus intermedius artery, D – diagonal branch; OM – obtuse marginal branch; AM – acute marginal branch; PDA – posterior descending artery; PLV – posterior left ventricular artery; LCx – circumflex artery; * – or one of its branches (AM, PDA, PLV); ** – OM1 or OM2

В табл. 3 представлены хирургические варианты МАКШ с использованием 2 Ш (кондуитов) у 194 наших больных. Спектр операций при МАКШ-2 у наших пациентов включал 17 вариантов «хирургических формул», наиболее частыми из них были варианты № 4-9 [2Ш – 3ДА] – 54% (рис. 1А) и № 10-14 [2Ш – 4ДА] – 24% (рис. 1В).

Как видно из табл. 4, спектр вариантов МАКШ в этой группе представлен 15 «хирургическими формулами» (№ 18-32) у 258 больных, а наиболее частыми вариантами были № 20-25 [3Ш – 4ДА] – 48% (рис. 2) и № 18-19 [3Ш – 3ДА] – 43%. На рис. 3 изображены хирургические варианты МАКШ с 5ДА и 6ДА, число таких пациентов было 24 (9%), а количество «хирургических формул» в этих группах составило 7 (№ 26-32).

Таким образом, у 452 наших больных, которым выполнены операции МАКШ с использованием 2 и 3 Ш (кондуитов), идентифицированы 32 варианта «хирургических формул». В табл. 5 пред-

in our patients included 17 variants of “surgical formulas.” The most common of them were options No. 4-9 [2SH – 3DA] – 54% (Fig. 1A) and No. 10-14 [2SH – 4DA] – 24% (Fig. 1B).

As can be seen from Table 4, the range of IMA-ACB options in this group includes 15 “surgical formulas” (No. 18-32) in 258 patients, and the most common options were No. 20-25 [3SH – 4DA] – 48% (Fig. 2) and No. 18-19 [3SH – 3DA] – 43%. Fig. 3 shows surgical options for IMA-ACB with 5DA and 6DA, the number of such patients was 24 (9%), and the number of “surgical formulas” in these groups was 7 (No. 26-32).

Thus, in 452 of our patients who underwent IMA-ACB using 2 and 3 SH (conduits), 32 variants of “surgical formulas” were compiled. Table 5 shows the comparative frequency of IMA-ACB options depending on the number of SH and DA.

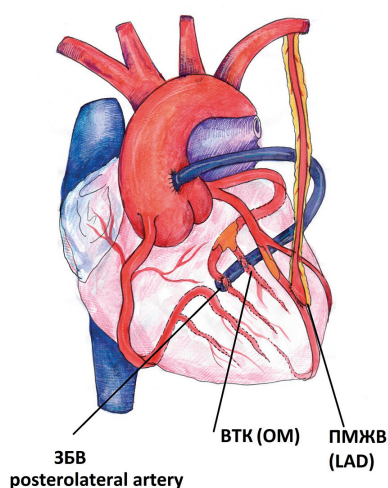


Рис. 1А МАКШ: 2Ш – 3ДА [(ЛВГА-ПМЖВ) (Ao-Auv-ВТКс-3БВ)]
Fig. 1A IMA-ACB: 2SH – 3DA [(LIMA-LAD) (Ao-Auv-OMs-PLV)]

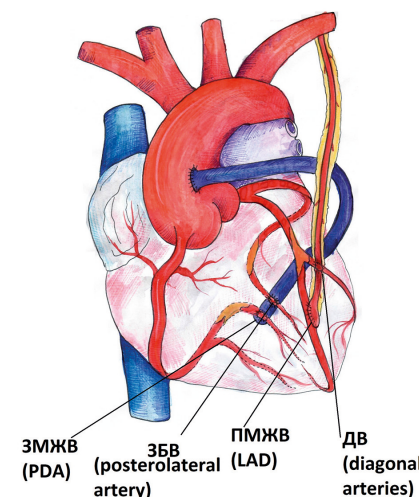


Рис. 1В МАКШ: 2Ш – 4ДА [(ЛВГА-ДВс-ПМЖВ) (Ao-Auv-3БВс-3МЖВ)]
Fig. 1B IMA-ACB: 2SH – 4DA [(LIMA-Ds-LAD) (Ao-Auv-PLVs-PDA)]

Таблица 4 Систематика хирургических вариантов МАКШ с использованием 3 Ш (кондуитов)

Число ДА	«Хирургическая формула» (варианты)	n (%)
3	(18) [(ЛВГА-ПМЖВ) (Ао-Аув-ВТК) (Ао-Аув-ПКА*)]	111 (43%)
	(19) [(ЛВГА-ПМЖВ) (Ао-Аув-ДВ) (Ао-Аув-ВТК)]	
	(20) [(ЛВГА-ПМЖВ) (Ао-Аув-ВТК) (Ао-Аув-ПКАс-ЗБВ ОВ)]	
	(21) [(ЛВГА-ПМЖВ) (Ао-Аув-ПКА*) (Ао-Аув-ВТК1с-ВТК2)]	
4	(22) [(ЛВГА-ПМЖВ) (Ао-Аув-ПКА*) (Ао-Аув-ДВс-ВТК)]	123 (48%)
	(23) [(ЛВГА-ДВс-ПМЖВ) (Ао-Аув-ЗМЖВ) (Ао-Аув-ВТК*)]	
	(24) [(ЛВГА-ДВс-ПМЖВ) (Ао-Аув-ВТК) (Ао-Аув-ЗМЖВс-ЗБВ)]	
	(25) [(ЛВГА-ПМЖВ) (Ао-Аув-ДВ) (Ао-Аув-ИМАс-ЗБВ)]	
	(26) [(ЛВГА-ПМЖВ) (Ао-Аув-ВТК1с-ВТК2) (Ао-Аув-ЗМЖВс-ЗБВ)]	
	(27) [(ЛВГА-ПМЖВ) (Ао-Аув-ИМАс1-ВТК1с2-ВТК2) (Ао-Аув-ПКА*)]	
5	(28) [(ЛВГА-ПМЖВ) (Ао-Аув-ПКАс1-ЗМЖВс2-ЗБВ) (Ао-Аув-ВТК)]	19 (7%)
	(29) [(ЛВГА-ДВс-ПМЖВ) (Ао-Аув-ЗМЖВс-ЗБВ) (Ао-Аув-ИМА)]	
	(30) [(ЛВГА-ДВс-ПМЖВ) (Ао-Аув-ВТК1с-ВТК2) (Ао-Аув-ЗМЖВ)]	
6	(31) [(ЛВГА-ПМЖВ) (Ао-Аув-ДВс1-ВТК1с2-ВТК2) (Ао-Аув-ЗМЖВс-ЗБВ ОВ)]	5 (2%)
	(32) [(ЛВГА-ДВс-ПМЖВ) (Ао-Аув-ВТК1с2-ВТК2) (Ао-Аув-ЗМЖВс-ЗБВ ОВ)]	
Всего		258 (100%)

Примечания: ДА – дистальный анастомоз; n – количество больных; ПКА – правая коронарная артерия; ДВ – диагональная ветвь; ВТК – ветвь тупого края; ВОК – ветвь острого края; ИМА – интермедиарная артерия; ЗМЖВ – задняя межжелудочковая ветвь; ЗБВ – задняя боковая ветвь; ОВ – огибающая ветвь; * – или одна из её ветвей (ВОК, ЗМЖВ, ЗБВ); ** – ВТК1 или ВТК2

ставлена сравнительная частота МАКШ в зависимости от количества Ш и ДА.

Из табл. 5 следует, что группу с соответствием количества Ш и ДА составили 144 (32%) пациента: 2Ш – 2ДА – 7% (n=33) и 3Ш – 3ДА – 25% (n=111). В остальных 308 случаях для увеличения зоны и объёма РМ использовалась техника секвенциального (последовательного) шунтирования КА. Как указывалось выше, у всех наших больных проводился интраоперационный контроль функции Ш и анастомозов. Частота дисфункции Ш, по данным интраоперационного контроля, составила 0,4% (6/1582). Дисфункция Ш была обусловлена следующими причинами: конкурентным

Table 5 shows that the group with matching numbers of SH and DA included 144 (32%) patients: 2SH – 2DA – 7% (n=33) and 3SH – 3DA – 25% (n=111). In the remaining 308 cases, sequential CABG was used to increase the area and volume of the RM. As mentioned above, all our patients underwent intraoperative monitoring of the function of shunts and anastomoses. The incidence of SH dysfunction, according to intraoperative monitoring, was 0.4% (6/1582). SH dysfunction was due to the following reasons: competitive flow along the LIMA (n=2), SH kinking (n=2), narrowing of the LAD distal to the anastomosis (n=1), and

Table 4 Taxonomy of surgical options for IMA-ACB using 3 SH (conduits)

Number DA	"Surgical formula" (options)	n (%)
3	(18) [(LIMA-LAD) (Ao-Auv-OM) (Ao-Auv-RCA*)]	111 (43%)
	(19) [(LIMA-LAD) (Ao-Auv-D) (Ao-Auv-OM)]	
	(20) [(LIMA-LAD) (Ao-Auv-OM) (Ao-Auv-RCAs-PLV LCx)]	
	(21) [(LIMA-LAD) (Ao-Auv-RCA*) (Ao-Auv-OM1s-OM2)]	
4	(22) [(LIMA-LAD) (Ao-Auv-RCA*) (Ao-Auv-Ds-OM)]	123 (48%)
	(23) [(LIMA-Ds-LAD) (Ao-Auv-PDA) (Ao-Auv-OM*)]	
	(24) [(LIMA-Ds-LAD) (Ao-Auv-OM) (Ao-Auv-PDAs-PLV)]	
	(25) [(LIMA-LAD) (Ao-Auv-D) (Ao-Auv-RIs-PLV)]	
	(26) [(LIMA-LAD) (Ao-Auv-OM1s-OM2) (Ao-Auv-PDAs-PLV)]	
	(27) [(LIMA-LAD) (Ao-Auv-RIs ₁ -OM1s ₂ -OM2) (Ao-Auv-RCA*)]	
5	(28) [(LIMA-LAD) (Ao-Auv-RCAs ₁ -PDAs ₂ -PLV) (Ao-Auv-OM)]	19 (7%)
	(29) [(LIMA-Ds-LAD) (Ao-Auv-PDAs-PLV) (Ao-Auv-RI)]	
	(30) [(LIMA-Ds-LAD) (Ao-Auv-OM1s-OM2) (Ao-Auv-PDA)]	
6	(31) [(LIMA-LAD) (Ao-Auv-Ds ₁ -OM1s ₂ -OM2) (Ao-Auv-PDAs-PLV LCx)]	5 (2%)
	(32) [(LIMA-Ds-LAD) (Ao-Auv-OM1s ₂ -OM2) (Ao-Auv-PDAs-PLV LCx)]	
Total		258 (100%)

Notes: DA – distal anastomosis; n – number of patients; RCA – right coronary artery, RI – ramus intermedius artery, D – diagonal branch; OM – obtuse marginal branch; AM – acute marginal branch; PDA – posterior descending artery; PLV – posterior left ventricular artery; LCx – circumflex artery; * – or one of its branches (AM, PDA, PLV); ** – OM1 or OM2

Рис. 2 МАКШ: 3Ш – 4ДА [(ЛВГА-ПМЖВ) (Ao-Аув-ПКА) (Ao-Аув-ВТК1с-ВТК2)]

Fig. 2 IMA-ACB: 3SH – 4DA [(LIMA-LAD) (Ao-Auv-RCA) (Ao-Auv-OM1s-OM2)]

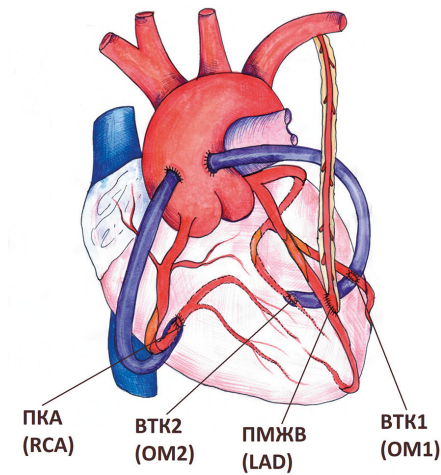


Рис. 3А МАКШ: 3Ш – 5ДА [(ЛВГА-ПМЖВ) (Ao-Аув-ВТК1с-ВТК2) (Ao-Аув-3МЖВс-3БВ)]

Fig. 3А IMA-ACB: 3SH – 5DA [(LIMA-PDA) (Ao-Auv-OM1s-OM2) (Ao-Auv-PDAs-PLV)]

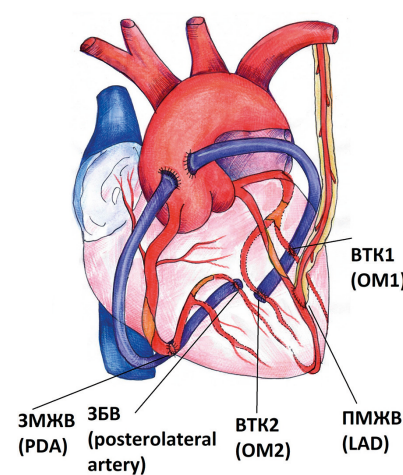
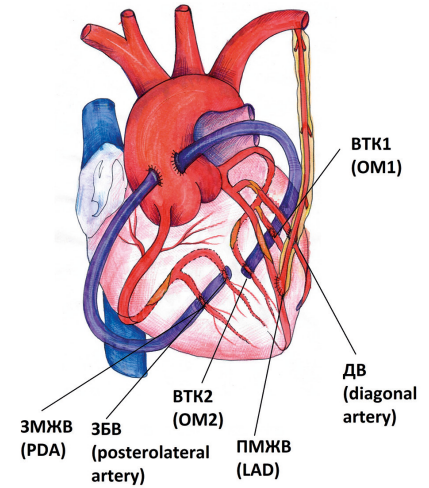


Рис. 3Б МАКШ: 3Ш – 6ДА [(ЛВГА-ДВс-ПМЖВ) (Ao-Аув-ВТК1с2-ВТК2) (Ao-Аув-3МЖВс-3БВ ОВ)]

Fig. 3Б IMA-ACB: 3SH – 6DA [(LIMA-Ds-PDA) (Ao-Auv-OM1s2-OM2) (Ao-Auv-PDAs-PLV LCx)]



кровотоком по ЛВГА (n=2), перегибом Ш (n=2), сужением ПМЖВ дистальнее анастомоза (n=1) и сужением венозного кондукта в области изменённого клапана (n=1). Во всех случаях выполнена реконструкция Ш. Конкурентный кровоток на ЛВГА был устранён путём отсечения от устья и создания проксимального анастомоза к восходящей аорте при варианте 2Ш – 3ДА [(ЛВГА-ПМЖВ) (Ao-Аув-ДВс-ВТК)] и варианте 3Ш – 3ДА [(ЛВГА-ПМЖВ) (Ao-Аув-ВТК) (Ao-Аув-ПКА)]. Область стеноза клапана аутолены иссечён, и создан новый проксимальный анастомоз при варианте 3Ш – 4ДА [(ЛВГА-ПМЖВ) (Ao-Аув-ПКА) (Ao-Аув-ВТК1с-ВТК2)], аутовена была к ПКА. При сужении анастомоза к ПМЖВ, создан новый анастомоз дистальнее предыдущего при варианте 2Ш – 3ДА [(ЛВГА-ПМЖВ) (Ao-Аув-ДВс-ВТК)]. Перегиб Ш был в 1 случае ЛВГА-ПМЖВ, при варианте 3Ш – 4ДА [(ЛВГА-ПМЖВ) (Ao-Аув-ДВ) (Ao-Аув-ИМас-3БВ)], в другом наблюдении был перегиб аутолены к 3БВ при варианте 3Ш – 5ДА [(ЛВГА-ПМЖВ) (Ao-Аув-ВТК1с-ВТК2) (Ao-Аув-3МЖВс-3БВ)], выполнено укладывание Ш с его фиксацией. Все пациенты выписаны в удовлетворительном состоянии, продолжительность госпитализации составила от 7 до 17 суток, при выписке ангинозных болей не наблюдалось.

Первая операция аортокоронарного шунтирования была выполнена более 50 лет назад, с тех пор она непрерывно совершенствуется и в настоящий момент является самой частой кардиохирургической операцией в мире [16, 17]. Появилось множество вариантов КШ с использованием в качестве кондуктов аутолен, лучевой артерии, ВГА и их комбинаций [8, 16, 18, 19]. Описание

venous conduit narrowing in the area of the altered valve (n=1). In all cases, SH reconstruction was performed. Competitive flow in the LIMA was eliminated by cutting off from the opening and creating a proximal anastomosis to the ascending Ao with option 2SH – 3DA [(LIMA-LAD) (Ao-Auv-Ds-OM)] and option 3SH – 3DA [(LIMA-LAD) (Ao-Auv-OM) (Ao-Auv-RCA)]. The Auv valve stenosis was excised, and a new proximal anastomosis was created in option 3SH – 4DA [(LIMA-LAD) (Ao-Auv-RCA) (Ao-Auv-OM1s-OM2)], the Auv was to the RCA. When the anastomosis to the LAD was narrowed, a new anastomosis was created distal to the previous one with option 2SH – 3DA [(LIMA-LAD) (Ao-Auv-Ds-OM)]. There was an SH kink in one case of the LIMA-LAD CABG, with option 3SH – 4DA [(LIMA-LAD) (Ao-Auv-D) (Ao-Auv-Rls-PLV)]; in another observation, there was a kink of the Auv to the PLV in option 3SH – 5DA [(LIMA-LAD) (Ao-Auv-OM1s-OM2) (Ao-Auv-PDAs-PLV)], the SH was placed and fixed. The hospital stay ranged from 7 to 17 days. All patients were discharged in satisfactory condition. There was no angina upon discharge.

The first CABG was performed more than 50 years ago; since then, it has continuously improved and is currently the most common cardiac surgery in the world [16, 17]. Many variants of CABG have appeared using Auv, RA, IMA, and their combinations as conduits [8, 16, 18, 19]. The description and standardization of these bypass options are essential for the further development of coronary surgery. Most local and foreign clinics use a descriptive option for operation records. There are no generally accept-

Таблица 5 Частота вариантов МАКШ в зависимости от количества Ш и ДА (n=452)

Число Ш Number of SH	Число ДА / Number of DA					n
	2 n (%)	3 n (%)	4 n (%)	5 n (%)	6 n (%)	
2	33 (7%)	105 (23.2%)	47 (10.3%)	9 (2%)	–	194
3	–	111 (25%)	123 (27.3%)	19 (4.2%)	5 (1%)	258
Всего / Total						452 (100%)

Table 5 Frequency of IMA-ACB options depending on the number of SH and DA (n=452)

и стандартизация этих вариантов шунтирования является важной задачей для дальнейшего развития коронарной хирургии. В большинстве отечественных и зарубежных клиник используется описательный вариант регистрации операций. Нет общепризнанного обозначения кондуитов и композитных вариантов Ш. Например, в записи операции в одном из Федеральных кардиохирургических центров «Аортокоронарное шунтирование ПМЖВ и ДВ в условиях искусственного кровообращения» не указаны использованные кондуиты (аутовена, лучевая артерия, ВГА), нет сведений о варианте шунтирования (линейный Ш, секвенциальный, композитный). При дальнейшей госпитализации этого пациента в другой стационар усложняется работа рентгенхирургов при выполнении коронаршунтографии. Предложенная нами концепция регистрации операций в виде «хирургических формул» и использование её для обозначений вариантов КШ, с нашей точки зрения, оптимизирует оказание помощи кардиохирургическим больным.

Ограничения исследования. В представленном материале в числе донорских сосудов мы не использовали БЦС, правую желудочно-сальниковую и нижнюю эпигастральную артерии, что можно рассматривать как ограничение нашего исследования. Кроме того, двойной контроль качества созданных анастомозов (флоуметрия и шунтография) осуществлялся в связи с исследовательской работой «Интраоперационная оценка качества аортокоронарного шунтирования при секвенциальных анастомозах». В настоящее время двойной интраоперационный контроль мы не используем: выполняем только флоуметрию, а интраоперационную шунтографию проводим только по показаниям, при неоптимальных показателях флоуметрии. В настоящем исследовании мы предлагаем при необходимости указать форму композита: I-графт, T-графт, Y-графт, U-графт, H-графт, K-графт, X-графт. Наш опыт, представленный в статье, не включает формы композитных кондуитов, т.к. таких пациентов было очень мало (n=19), и это будет предметом следующих наших публикаций. Наше предложение об обозначении таких вариантов свидетельствует о возможностях использования «хирургических формул» для обозначения композитных кондуитов в процессе МАКШ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

МАКШ – это операция с большим разнообразием хирургических вариантов: по результатам нашей работы идентифицированы 32 «хирургические формулы» у 452 оперированных больных. «Хирургическая формула», включающая обозначение операции с указанием количества Ш/кондуитов и дистальных анастомозов, позволит, с одной стороны, точно обозначить и, таким образом, индивидуализировать выполненный вариант хирургического пособия, а с другой – систематизировать опыт лечебного учреждения и оценивать результаты в группах с идентичной «хирургической формулой». Знание «хирургической формулы» КШ позволит оптимизировать программу коронаро-шунтографии для оценки функции анастомозов после хирургической РМ. Систематика с использованием «хирургических формул» и компьютерной программы для обработки результатов КШ открывает новые возможности для обмена персонализированным опытом между клиниками и формирования новых коллегиальных решений при создании рекомендаций при хирургическом лечении коронарной болезни.

Работа представлена на II Республиканской со Всероссийским участием научно-практической конференции «Актуальные проблемы здоровья населения и практического здравоохранения», Махачкала, 26 апреля 2024 г.

ed specifications for conduits and composite variants of SH. For example, in the operation records in one of the Federal Cardiac Surgery Centers, "On-pump coronary artery bypass grafting of the LAD and D," the conduits used (Auv, RA, IMA) are not specified, and there is no information about the bypass option (linear, sequential, composite bypass). With the subsequent hospitalization of this patient in another hospital, the work of interventional cardiologists when performing coronary angiography and graft angiography becomes more complicated. The proposed concept of operation records in the form of "surgical formulas" and its application to specify CABG options, from our point of view, optimizes the medical care for cardiac surgery patients.

Limitations of the study. In our study, among the donor vessels, we did not use the BCT, right gastroepiploic, and inferior epigastric arteries, which can be considered a limitation of our study. In addition, double quality control of the created anastomoses (flowmetry and graft angiography) was carried out in connection with the research "Intraoperative assessment of the quality of coronary artery bypass grafting in sequential anastomoses". Currently, we do not use double intraoperative control, as we perform only flowmetry, and we carry out intraoperative graft angiography only when indicated, namely, if flowmetry results are suboptimal. In this study, we propose, if necessary, to indicate the shape of the composite as I-graft, T-graft, Y-graft, U-graft, H-graft, K-graft, X-graft. Our data presented in the article do not include composite conduit forms, as the number of patients was limited (n=19), and it will be the subject of our next publications. Our suggestion to specify CABG options demonstrates the potential to use "surgical formulas" for composite conduits in the IMA-ACB surgery.

CONCLUSION

IMA-ACB is an operation with a wide variety of surgical options: according to the results of our study, 32 "surgical formulas" were developed in 452 operated patients. The "surgical formula," which includes the specification of the operation indicating the number of SH/conduits and DAs, will allow, on the one hand, to accurately designate and thus individualize the performed option of the surgical procedure, and on the other hand, to systematize the records of the medical institution and facilitate the evaluation of the results in groups with an identical "surgical formula". Applying the CABG "surgical formula" will allow the optimization of the CABG program for the assessment of the function of anastomoses after surgical MR. Application of "surgical formulas" and software for evaluation of CABG results opens up new opportunities for the exchange of data between clinics and making new collegial decisions when creating recommendations for surgical treatment of coronary diseases.

The study was presented at the II Republican scientific practical conference with All-Russian participation "Current issues of public health and practical healthcare", Makhachkala, April 26, 2024.

ЛИТЕРАТУРА REFERENCES

- Алшибая ММ, Бокерия ЛА, Глянцев СП. История коронарного шунтирования от А. Карреля до Р. Фавалоро. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. Сердечно-сосудистые заболевания. 2017;18(56):62.
- Sedov VM, Nemkov AS. Vasilii Ivanovich Kolesov: Pioneer of coronary surgery. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2014;45(2):220-4. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezt605>
- Cuminetti G, Gelsomino S, Curello S, Lorusso R, Maessen JG, Hoorntje JC. Contemporary use of arterial and venous conduits in coronary artery bypass grafting: Anatomical, functional and clinical aspects. *Netherlands Heart Foundation.* 2017;25(1):4-13. <https://doi.org/10.1007/s12471-016-0919-2>
- Puskas JD, Yanagawa B, Taggart DP. Advancing the state of the art in surgical coronary revascularization. *Ann Thorac Surg.* 2016;101(2):419-21. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2015.10.046>
- Zhu P, Zhou P, Sun Y, Guo Y, Mai M, Zheng S. Hybrid coronary revascularization versus coronary artery bypass grafting for multivessel coronary artery disease: Systematic review and meta-analysis. *J Cardiothorac Surg.* 2015;10:63. <https://doi.org/10.1186/s13019-015-0262-5>
- Taggart DP, Ben Gal Y, Lees B, Patel N, Webb C, Rehman SM, et al. A randomized trial of external stenting for saphenous vein grafts in coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg.* 2015;99(6):2039-45. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2015.01.060>
- Meirson T, Orion E, Di Mario C, Webb C, Patel N, Channon KM, et al. Flow patterns in externally stented saphenous vein grafts and development of intimal hyperplasia. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2015;150(4):871-8. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2015.04.061>
- Yanagawa B, Verma S, Mazina A, Tam DY, Jüni P, Puskas JD, et al. Impact of total arterial revascularization on long term survival: A systematic review and meta-analysis of 130,305 patients. *Int J Cardiol.* 2017;233:29-36. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2017.02.010>
- Aldea GS, Bakaen FG, Pal J, Fremes S, Head SJ, Sabik J, Rosengart T, Kappetein AP, Thourani VH, Firestone S, Mitchell JD; Society of Thoracic Surgeons. The Society of Thoracic Surgeons Clinical Practice Guidelines on Arterial Conduits for Coronary Artery Bypass Grafting. *Ann Thorac Surg.* 2016;101(2):801-9. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2015.09.100>
- Gaudino M, Benedetto U, Fremes S, Biondi-Zoccai G, Sedrakyan A, Puskas JD, Angelini GD, Buxton B, Frati G, Hare DL, Hayward P, Nasso G, Moat N, Peric M, Yoo KJ, Speziale G, Girardi LN, Taggart DP; RADIAL Investigators. Radial-artery or saphenous-vein grafts in coronary-artery bypass surgery. *N Engl J Med.* 2018;378(22):2069-77. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1716026>
- Pettinari M, Sergeant P, Meuris B. Bilateral internal thoracic artery grafting increases long-term survival in elderly patients. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2015;47(4):703-9. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezu206>
- Benedetto U, Altman DG, Gerry S, Gray A, Lees B, Pawlaczyk R, Flather M, Taggart DP; 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(1):270-6. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2016.03.056>
- Soylu E, Harling L, Ashrafian H, Attaran S, Athanasiou C, Punjabi PP, et al. A systematic review of the safety and efficacy of distal coronary artery anastomotic devices in MIDCAB and TECAB surgery. *Perfusion.* 2016;31(7):537-43. <https://doi.org/10.1177/0267659115618004>
- Bonatti J, Schachner T, Bonaros N, Lehr EJ, Zimrin D, Griffith B. Robotically assisted totally endoscopic coronary bypass surgery. *Circulation.* 2011;124(2):236-44. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.110.985267>
- Kitahara H, Nisivaco S, Balkhy HH. Graft patency after robotically assisted coronary artery bypass surgery. *Innovations.* 2019;14(2):117-23. <https://doi.org/10.1177/1556984519836896>
- Melly L, Torregrossa G, Lee T, Jansens JL, Puskas JD. Fifty years of coronary artery bypass grafting. *J Thorac Dis.* 2018;10(3):1960-7. <https://doi.org/10.21037/jtd.2018.02.43>
- Buxton BF, Shi WY, Tatoulis J, Fuller JA, Rosalion A, Hayward PA. Total arterial revascularization with internal thoracic and radial artery grafts in triple-vessel coronary artery disease is associated with improved survival. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2014;148(4):1238-43; discussion 1243-4. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2014.06.056>
- Puskas JD, Halkos ME, DeRose JJ, Bagiella E, Miller MA, Overbey J, et al. Hybrid coronary revascularization for the treatment of multivessel coronary artery
- Alshibaya MM, Bokeriya LA, Glyantsev SP. Istoriya koronarnogo shuntirovaniya ot A. Karrel'ya do R. Favalaro [History of coronary artery bypass grafting from A. Carrel to R. Favalaro]. *Byulleten' NTsSSKh im. A.N. Bakuleva RAMN. Serdechno-sosudistye zabolevaniya.* 2017;18(6):62.
- Sedov VM, Nemkov AS. Vasilii Ivanovich Kolesov: Pioneer of coronary surgery. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2014;45(2):220-4. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezt605>
- Cuminetti G, Gelsomino S, Curello S, Lorusso R, Maessen JG, Hoorntje JC. Contemporary use of arterial and venous conduits in coronary artery bypass grafting: Anatomical, functional and clinical aspects. *Netherlands Heart Foundation.* 2017;25(1):4-13. <https://doi.org/10.1007/s12471-016-0919-2>
- Puskas JD, Yanagawa B, Taggart DP. Advancing the state of the art in surgical coronary revascularization. *Ann Thorac Surg.* 2016;101(2):419-21. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2015.10.046>
- Zhu P, Zhou P, Sun Y, Guo Y, Mai M, Zheng S. Hybrid coronary revascularization versus coronary artery bypass grafting for multivessel coronary artery disease: Systematic review and meta-analysis. *J Cardiothorac Surg.* 2015;10:63. <https://doi.org/10.1186/s13019-015-0262-5>
- Taggart DP, Ben Gal Y, Lees B, Patel N, Webb C, Rehman SM, et al. A randomized trial of external stenting for saphenous vein grafts in coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg.* 2015;99(6):2039-45. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2015.01.060>
- Meirson T, Orion E, Di Mario C, Webb C, Patel N, Channon KM, et al. Flow patterns in externally stented saphenous vein grafts and development of intimal hyperplasia. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2015;150(4):871-8. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2015.04.061>
- Yanagawa B, Verma S, Mazina A, Tam DY, Jüni P, Puskas JD, et al. Impact of total arterial revascularization on long term survival: A systematic review and meta-analysis of 130,305 patients. *Int J Cardiol.* 2017;233:29-36. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2017.02.010>
- Aldea GS, Bakaen FG, Pal J, Fremes S, Head SJ, Sabik J, Rosengart T, Kappetein AP, Thourani VH, Firestone S, Mitchell JD; Society of Thoracic Surgeons. The Society of Thoracic Surgeons Clinical Practice Guidelines on Arterial Conduits for Coronary Artery Bypass Grafting. *Ann Thorac Surg.* 2016;101(2):801-9. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2015.09.100>
- Gaudino M, Benedetto U, Fremes S, Biondi-Zoccai G, Sedrakyan A, Puskas JD, Angelini GD, Buxton B, Frati G, Hare DL, Hayward P, Nasso G, Moat N, Peric M, Yoo KJ, Speziale G, Girardi LN, Taggart DP; RADIAL Investigators. Radial-artery or saphenous-vein grafts in coronary-artery bypass surgery. *N Engl J Med.* 2018;378(22):2069-77. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1716026>
- Pettinari M, Sergeant P, Meuris B. Bilateral internal thoracic artery grafting increases long-term survival in elderly patients. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2015;47(4):703-9. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezu206>
- Benedetto U, Altman DG, Gerry S, Gray A, Lees B, Pawlaczyk R, Flather M, Taggart DP; 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(1):270-6. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2016.03.056>
- Soylu E, Harling L, Ashrafian H, Attaran S, Athanasiou C, Punjabi PP, et al. A systematic review of the safety and efficacy of distal coronary artery anastomotic devices in MIDCAB and TECAB surgery. *Perfusion.* 2016;31(7):537-43. <https://doi.org/10.1177/0267659115618004>
- Bonatti J, Schachner T, Bonaros N, Lehr EJ, Zimrin D, Griffith B. Robotically assisted totally endoscopic coronary bypass surgery. *Circulation.* 2011;124(2):236-44. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.110.985267>
- Kitahara H, Nisivaco S, Balkhy HH. Graft patency after robotically assisted coronary artery bypass surgery. *Innovations.* 2019;14(2):117-23. <https://doi.org/10.1177/1556984519836896>
- Melly L, Torregrossa G, Lee T, Jansens JL, Puskas JD. Fifty years of coronary artery bypass grafting. *J Thorac Dis.* 2018;10(3):1960-7. <https://doi.org/10.21037/jtd.2018.02.43>
- Buxton BF, Shi WY, Tatoulis J, Fuller JA, Rosalion A, Hayward PA. Total arterial revascularization with internal thoracic and radial artery grafts in triple-vessel coronary artery disease is associated with improved survival. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2014;148(4):1238-43; discussion 1243-4. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2014.06.056>
- Puskas JD, Halkos ME, DeRose JJ, Bagiella E, Miller MA, Overbey J, et al. Hybrid coronary revascularization for the treatment of multivessel coronary artery

disease: A multicenter observational study. *J Am Coll Cardiol.* 2016;68(4):356-65. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2016.05.032>

19. Tatoulis J, Wynne R, Skillington PD, Buxton BF. Total arterial revascularization: Achievable and prognostically effective – A multicenter analysis. *Ann Thorac Surg.* 2015;100(4):1268-75; discussion 1275. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2015.03.107>

disease: A multicenter observational study. *J Am Coll Cardiol.* 2016;68(4):356-65. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2016.05.032>

19. Tatoulis J, Wynne R, Skillington PD, Buxton BF. Total arterial revascularization: Achievable and prognostically effective – A multicenter analysis. *Ann Thorac Surg.* 2015;100(4):1268-75; discussion 1275. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2015.03.107>

И СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Махачев Осман Абдулмаликович, доктор медицинских наук, профессор, руководитель по научно-исследовательской работе и внедрению новых технологий, Дагестанский центр кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии им. А.О. Махачева; заведующий кафедрой кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии с лабораторией хирургической техники, Институт дополнительного профессионального образования, Дагестанский государственный медицинский университет

ORCID ID: 0009-0002-1789-6117

E-mail: dagcardiocenter@mail.ru

Аскадинов Магомедганипа Нурмагомедович, заместитель главного врача по хирургии, Дагестанский центр кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии им. А.О. Махачева

ORCID ID: 0000-0003-2993-204x

E-mail: magomedganipa@rambler.ru

Абусов Гаджи Магомедович, заведующий отделением кардиохирургии-1, Дагестанский центр кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии им. А.О. Махачева; ассистент кафедры кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии с лабораторией хирургической техники, Институт дополнительного профессионального образования, Дагестанский государственный медицинский университет

ORCID ID: 0009-0009-9660-758x

E-mail: abusoff@mail.ru

Ибрагимов Расул Гаджихуевич, кандидат медицинских наук, сердечно-сосудистый хирург, Дагестанский центр кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии им. А.О. Махачева

ORCID ID: 0000-0001-5004-9265

E-mail: ibragimov_rg@mail.ru

Дибирова Зулейхат Гасановна, кандидат медицинских наук, сердечно-сосудистый хирург, Дагестанский центр кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии им. А.О. Махачева

Researcher ID: KNT-5561-2024

ORCID ID: 0009-0008-7683-8690

E-mail: zulejhat2017@gmail.com

Абдулаев Камалудин Ильясович, сердечно-сосудистый хирург, Дагестанский центр кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии им. А.О. Махачева

Researcher ID: XT-51952024

ORCID ID: 0009-0004-8838-5490

E-mail: abdulaev_ki@mail.ru

Информация об источнике поддержки в виде грантов, оборудования, лекарственных препаратов

Финансовой поддержки со стороны компаний-производителей лекарственных препаратов и медицинского оборудования авторы не получали

Конфликт интересов: отсутствует

✉ АДРЕС ДЛЯ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ:

Абусов Гаджи Магомедович

заведующий отделением кардиохирургии-1, Дагестанский центр кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии им. А.О. Махачева; ассистент кафедры кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии с лабораторией хирургической техники, Институт дополнительного профессионального образования, Дагестанский государственный медицинский университет

И AUTHORS' INFORMATION

Makhachev Osman Abdulmalikovich, Head of the Department of Research and Implementation of New Technologies, A.O. Makhachev Center for Cardiology and Cardiovascular Surgery; Head of the Department of Cardiology and Cardiovascular Surgery with Laboratory of Surgical Techniques, Institute of Additional Professional Education, Dagestan State Medical University

ORCID ID: 0009-0002-1789-6117

E-mail: dagcardiocenter@mail.ru

Askadinov Magomedganipa Nurmagomedovich, Deputy Chief Physician for Surgery, A. O. Makhachev Center for Cardiology and Cardiovascular Surgery

ORCID ID: 0000-0003-2993-204x

E-mail: magomedganipa@rambler.ru

Abusov Gadzhi Magomedovich, Head of the Department of Cardiac Surgery, A.O. Makhachev Center for Cardiology and Cardiovascular Surgery; Assistant of the Department of Cardiology and Cardiovascular Surgery with Laboratory of Surgical Techniques, Institute of Additional Professional Education, Dagestan State Medical University

ORCID ID: 0009-0009-9660-758x

E-mail: abusoff@mail.ru

Ibragimov Rasul Gadzhikuevich, Cardiovascular Surgeon, A.O. Makhachev Center for Cardiology and Cardiovascular Surgery

ORCID ID: 0000-0001-5004-9265

E-mail: ibragimov_rg@mail.ru

Dibirova Zuleykhat Gasanovna, Cardiovascular Surgeon, A.O. Makhachev Center for Cardiology and Cardiovascular Surgery

Researcher ID: KNT-5561-2024

ORCID ID: 0009-0008-7683-8690

E-mail: zulejhat2017@gmail.com

Abdulaev Kamaludin Ilyasovich, Cardiovascular Surgeon, A.O. Makhachev Center for Cardiology and Cardiovascular Surgery

Researcher ID: XT-51952024

ORCID ID: 0009-0004-8838-5490

E-mail: abdulaev_ki@mail.ru

Information about support in the form of grants, equipment, medications

The authors did not receive financial support from manufacturers of medicines and medical equipment

Conflicts of interest: The authors have no conflicts of interest

✉ ADDRESS FOR CORRESPONDENCE:

Abusov Gadzhi Magomedovich

Head of the Department of Cardiac Surgery, A.O. Makhachev Center for Cardiology and Cardiovascular Surgery; Assistant of the Department of Cardiology and Cardiovascular Surgery with Laboratory of Surgical Techniques, Institute of Additional Professional Education, Dagestan State Medical University

368080, Российская Федерация, Республика Дагестан, Кумторкалинский район, с. Коркмаскала, ул. Р. Аскерханова, 1 (район загородного пляжа Черные камни, г. Махачкала)
Тел.: +7 (928) 0541994
E-mail: abusoff@mail.ru

368080, Russian Federation, Republic of Dagestan, Kumtorkalinsky district, Korkmaskala village, R. Askerkhanova str., 1 (Black Stones country beach area, Makhachkala)
Tel.: +7 (928) 0541994
E-mail: abusoff@mail.ru

ВКЛАД АВТОРОВ

Разработка концепции и дизайна исследования: МОА, АГМ
Сбор материала: ИРГ, ДЗГ, АКИ
Статистическая обработка данных: АМН
Анализ полученных данных: МОА, АГМ
Подготовка текста: АМН
Редактирование: МОА, АГМ
Общая ответственность: МОА

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Conception and design: MOA, AGM
Data collection: IRG, DZG, AKI
Statistical analysis: AMN
Analysis and interpretation: MOA, AGM
Writing the article: AMN
Critical revision of the article: MOA, AGM
Overall responsibility: MOA

Поступила 29.03.24
Принята в печать 30.05.24

Submitted 29.03.24
Accepted 30.05.24