

Попова Н. В.<sup>1</sup>, Попов В. А.<sup>1,2</sup>, Ревিশвили А. Ш.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии им. А. В. Вишневского» Минздрава России, Москва, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия последипломного образования» Минздрава России, Москва, Россия

## РЕВАСКУЛЯРИЗАЦИЯ МИОКАРДА ПРИ СТАБИЛЬНЫХ ФОРМАХ ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ СЕРДЦА: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

В обзоре рассмотрены дискуссионные вопросы реваскуляризации миокарда при хронических формах ишемической болезни сердца, показаны принципиальные различия чрескожного коронарного вмешательства и коронарного шунтирования в свете долгосрочного прогноза и зависимость результатов от особенностей клинического профиля заболевания. Анализ современных публикаций свидетельствует о преимуществах открытых операций относительно отдаленной выживаемости и профилактики неблагоприятных исходов в целевых группах больных.

**Ключевые слова** Ишемическая болезнь сердца; коронарное шунтирование; чрескожное коронарное вмешательство; реваскуляризация миокарда

**Для цитирования** Popova N.V., Popov V.A., Revishvili A.Sh. Myocardial revascularization in chronic coronary artery disease. State of art. *Kardiologiya*. 2023;63(6):3–13. [Russian: Попова Н.В., Попов В.А., Ревিশвили А.Ш. Реваскуляризация миокарда при стабильных формах ишемической болезни сердца: современное состояние проблемы. *Кардиология*. 2023;63(6):3–13].

**Автор для переписки** Попова Наталья Вадимовна. E-mail: popova.doc@mail.ru

### Введение

Бескомпромиссная конкуренция двух методов реваскуляризации миокарда (РМ) – коронарного шунтирования (КШ) и чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ) – продолжается уже более 25 лет со времени первых сравнительных рандомизированных клинических исследований (РКИ), что, безусловно, поддерживается высокой распространенностью ишемической болезни сердца (ИБС) и ее влиянием на смертность населения всего мира [1].

КШ как исторически первый метод РМ стало возможным в 60-х годах прошлого века благодаря передовым достижениям клинической медицины [2]. ЧКВ как альтернативный метод появилось в 1978 г. [3] и быстро завоевало доминирующее положение вследствие низкой инвазивности, незаменимости при острых формах ИБС и хорошей воспроизводимости [4].

На современном этапе лечение больных ИБС направлено на устранение стенокардии, снижение риска развития сердечно-сосудистых осложнений, улучшение прогноза жизни. Обязательным его компонентом является медикаментозная терапия с включением бета-адреноблокаторов, ингибиторов ангиотензинпревращающего фермента, антиагрегантов, статинов [1]. Инвазивные технологии лечения направлены на восстановление адекватного кровоснабжения сердца или РМ [5]. В настоящее время нет сомнений, что именно РМ занимает ключевое место при лечении больных с острой ишемией миокарда, а ЧКВ имеет в таком случае приоритетное значение [6]. Ситуация при хронической ишемии миокарда выглядит менее однозначно.

Многие исследования продемонстрировали высокую эффективность и КШ, и ЧКВ в снижении тяжести стенокардии, уменьшении потребности в антиангинальных препаратах, повышении толерантности к физическим нагрузкам и улучшении качества жизни [7]. Однако вопросы влияния РМ на прогноз течения стабильной ИБС с позиций доказательной медицины до последнего времени оставались открытыми. С накоплением обобщенных данных об отдаленных результатах в ряде крупных исследований были сделаны два отрезвляющих вывода. Во-первых, для ЧКВ при стабильных формах ИБС до сих пор не удалось получить улучшения выживаемости или значительного снижения частоты новых случаев инфаркта миокарда (ИМ) независимо от вида используемого стента [8]. Во-вторых, улучшение выживаемости и снижение частоты новых случаев ИМ было последовательно продемонстрировано для КШ, однако это влияние не всегда было явным и, по-видимому, зависело от тяжести ИБС [9] и, возможно, наличия сахарного диабета (СД) [10].

На первый взгляд выводы кажутся парадоксальными, поскольку обе процедуры обеспечивают реваскуляризацию и должны привести, по крайней мере, к одинаковым результатам [5], однако на практике этого не происходит. Понимание этого феномена становится ясным, если рассмотреть принципиальные различия двух методов РМ. Коронарные артерии (КА) при открытых операциях шунтируются в дистальной зоне с наименее выраженными изменениями, что создает новый путь кровоснабжения миокарда («хирургическая коллатерализация») [11]. При ЧКВ все сфокусировано на локальном уstra-

нении препятствия коронарному кровотоку посредством стентирования КА в зоне максимального поражения. В долгосрочной перспективе вмешательства проходимость кондуит при КШ обеспечивает стабильный кровоток в КА и гарантирует предотвращение ишемии миокарда при возможном прогрессирующем росте атеросклеротической бляшки (АСБ) и ее дестабилизации в зоне стеноза. При ЧКВ же отсутствует возможность исключения тромботических осложнений в зоне имплантации стента или вокруг нее при дальнейшем развитии заболевания [12]. Существенными для понимания различий являются и данные о том, что причиной многих тяжелых сердечно-сосудистых осложнений («больших кардиоваскулярных событий» – БКВС) служат АСБ, не вызывающие гемодинамически значимые ограничения кровотока по КА. Выраженное негативное значение придается дисфункции эндотелия после имплантации стента и невозможности достижения необходимой полноты РМ при ЧКВ. Существенной проблемой КШ остается достижение полной дееспособности шунтов в отдаленном периоде, но она может быть решена путем улучшения технологии КШ и внедрения аутоартериальной РМ [13, 14].

Отдаленная выживаемость при ИБС определяет, прежде всего, эффективностью профилактики острого ИМ, что невозможно недооценивать. Улучшение этого показателя может быть достигнуто только предотвращением дестабилизации хронического течения ИБС в результате применения лечения [15].

Таким образом, недавние клинические исследования во многом изменили современные представления о РМ с позиции доказательной медицины. Целью настоящего обзора является актуализация современных данных в свете определения оптимальных инвазивных стратегий в различных группах больных стабильной ИБС.

## **Результаты исследований**

### **Рандомизированное клиническое исследование BEST**

Была предпринята попытка доказать равнозначность эндоваскулярного вмешательства с применением стентов, покрытых эверолимусом, и КШ (табл. 1) [16]. К критериям включения относились два и более стеноза КА >70%, и/или поражения ствола левой КА – стЛКА (табл. 2). Средняя оценка по шкале SYNTAX (24,2 балла для ЧКВ и 24,6 балла для КШ) свидетельствовала об отсутствии тяжелого поражения КА, однако доля пациентов с оценкой 33 балла и выше составила 66% в группе ЧКВ и 79% в группе КШ (табл. 3). Летальность, острый неперипроцедурный ИМ, повторные ЧКВ инфарктсвязанной артерии и острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК) составили первичную комбинированную конечную точку – ПККТ (табл. 1). Частота полной РМ в группе ЧКВ оказалась статистически значимо ни-

же, а частота событий ПККТ превалировала в этой группе в сроки наблюдения до 2 лет (11% против 7,9% соответственно;  $p=0,32$ ) и в сроки до 4,6 года (15,3% против 10,6% соответственно;  $p=0,04$ ). Статистически значимое увеличение частоты повторных госпитализаций и РМ наблюдалось в группе ЧКВ (19,9% против 13,3% соответственно;  $p=0,01$ ), но частота ОНМК была сопоставимой. Таким образом, начальная гипотеза об идентичности КШ и ЧКВ по критерию «не хуже» (non-inferiority) не нашла подтверждения [17].

### **Рандомизированное клиническое исследование EXCEL**

Проводилась оценка результатов эндоваскулярного вмешательства с применением стентов XIENCE по сравнению с открытыми операциями при стенозе стЛКА и среднетяжелом поражении КА [18]. СД 2-го типа наблюдался почти в 29,1% случаев. В основу исследования положена гипотеза о сопоставимой летальности, частоте ОНМК, ИМ или повторных РМ за 5-летний срок наблюдения (табл. 1). На начальном этапе РКИ частота событий ПККТ за трехлетний срок наблюдения действительно оказалась равнозначной, что в дальнейшем было подвергнуто жесткой критике за использование определения перипроцедурного ИМ на основании критерия повышения ферментативной активности кардиомиоцитов, поставившего КШ в заведомо неравнозначное положение [28]. Существенным недостатком РКИ явилось отсутствие повторных РМ в ПККТ [29]. В 2019 г. состоялся пересмотр результатов [30] с применением четвертого универсального определения ИМ. Дополнительная экспертиза исходного состояния коронарного русла обнаружила занижение тяжести его поражения, причем у 25% пациентов установлено, что оценка по шкале SYNTAX Score составила  $\geq 32$  баллов – показатель, ранее заявленный как критерий исключения [31]. В финале было констатировано превалирование частоты событий ПККТ за 4 года наблюдения в группе ЧКВ, в основном за счет летальности (9,4% против 6,5% соответственно;  $p=0,02$ ), при сопоставимой частоте ОНМК.

### **Рандомизированное клиническое исследование NOBLE**

Сравнивались стратегии РМ при поражении стЛКА и стабильной ИБС (см. табл. 1) [19]. К критериям исключения относились тяжелые поражения КА, а в ПККТ помимо смертности от любых причин, неперипроцедурного ИМ, ОНМК входила и повторная РМ. СД был обнаружен у 14% респондентов. Группа КШ оказалась превалирующей по частоте ОНМК в течение первых 30 дней после операции, но при дальнейшем наблюдении показатель сместился в сторону ЧКВ, в основном за счет геморрагических инсультов (5% против 2% соответственно;  $p=0,073$ ). Причиной, оче-

Таблица 1. Характеристика исследований по реваскуляризации миокарда

Первый автор/исследование, год	Объем исследования, критерии включения	Тип исследования	Первичная конечная точка	Наличие и частота развития СД
BEST, 2015 [16]	880 пациентов со стабильной ИБС и многососудистым поражением КА. Средняя оценка по шкале SYNTAX Score 24 балла	РКИ, 27 центров, Юго-Восточная Азия, проспективное	Комбинированная точка (смерть, ОИМ или реваскуляризация инфарктсвязанной артерии за 2 года рандомизации)	Да (40%)
EXCEL, 2016 [18]	1905 пациентов со стабильной ИБС и поражением ствола ЛКА. Оценка по шкале SYNTAX Score менее 32 баллов	РКИ, 126 центров, Европа, проспективное	Комбинированная точка (смертность от любых причин, ОНМК, ОИМ за 3 года)	Да (30%)
NOBLE, 2016 [19]	1200 пациентов со стабильной ИБС и поражением ствола ЛКА. Средняя оценка по шкале SYNTAX Score 22 балла	РКИ, 36 центров, Европа, проспективное	Комбинированная точка (смертность от любых причин, ОНМК, не перипроцедурный ОИМ, повторная реваскуляризация)	Нет
FREEDOM, FREEDOM-Follow-on, 2019 [20, 21]	943 пациента со стабильной ИБС и многососудистым поражением КА и СД 2-го типа	РКИ, 25 центров, международное, проспективное	Смертность от любых причин за 7,5 года	Да
Bianco V., 2020 [22]	2869 пациентов со стабильной ИБС, многососудистым поражением КА и СД 2-го типа	Одноцентровое, ретроспективное, псевдорандомизированное	Комбинированная точка (смертность от любых причин, ОИМ, ОНМК)	Да
Head S.J., 2018 [23]	11 528 пациентов со стабильной ИБС с поражением ствола ЛКА или многососудистым поражением. Средняя оценка по шкале SYNTAX Score 22 балла	Мета-анализ 11 РКИ	Смертность от любых причин за 5 лет	Да
Gallo M., 2022 [24]	4595 пациентов со стабильной ИБС и поражением ствола ЛКА	Мета-анализ 5 РКИ	Комбинированная точка (смертность от всех причин, ОИМ, ОНМК, повторные реваскуляризации)	Да
Filippo O., 2021 [25]	6296 пациентов со стабильной ИБС и поражением ствола ЛКА	Мета-анализ 3 РКИ, 6 исследований	Комбинированная точка (смертность от всех причин, ОИМ, ОНМК, повторные реваскуляризации)	Да
Gaudino M., 2023 [26]	12334 пациента со стабильной ИБС	Мета-анализ 20 РКИ	Спонтанный ИМ	Да
Sun L., 2020 [27]	12 113 пациентов со стабильной ИБС и сниженной ФВ ЛЖ	Многоцентровое, ретроспективное, Канада	Смертность от всех причин	Да (52,5%)

ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения; РКИ – рандомизированное контролируемое исследование.

Таблица 2. Клиническая характеристика групп, включенных в исследования

Первый автор/исследование, год	Реваскуляризация	Средний возраст, годы	Женский пол, %	ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	Курение, %	СД, %	Инсулинотерапия, %	ОНМК/ТИА в анамнезе, %	ОИМ в анамнезе, %	ХСН, %	ЧКВ в анамнезе, %	КШ в анамнезе, %	ФВ, %
BEST, 2015 [16]	ЧКВ	64	30,6	24,7	20,1	40,4	4,6	8,4	5,7	3,7	6,8	н/д	59,1
	КШ	64,9	26,5	25,5	20,1	42,1	4,1	7,5	6,6	2,7	8,6	н/д	59,9
EXCEL, 2016 [18]	ЧКВ	66	23,8	28,6	23,4	30,2	7,7	5,5	17,8	7,1	18,4	15,9	0
	КШ	65,9	22,5	28,8	20,2	28	7,7	7,0	16,8	6,2	0	0	57,0
NOBLE, 2016 [19]	ЧКВ	66,2	20	27,9	19	15	н/д	н/д	н/д	н/д	19,6	19,6	0,7
	КШ	66,2	24	28,1	22	15	н/д	н/д	н/д	н/д	0,3	0,3	60
Head S.J., 2018 [23]	ЧКВ	63,6	23,9	28,1	22,3	38,5	12,9	5,4	28	16,1	н/д	н/д	н/д
	КШ	63,7	23,8	28,3	22,3	37,7	11,9	6,2	27,5	15,3	н/д	н/д	н/д
FREEDOM, FREEDOM-Follow-on, 2019 [20, 21]	ЧКВ	63,2	26,8	29,6	14,8	100	33,8	3,9	26,2	3,3	н/д	н/д	65,7
	КШ	63,1	30,5	29,8	16,6	100	30,9	3,0	25	1,7	н/д	н/д	66,6
Bianco V., 2020 [22]	ЧКВ	67	34,05	31	53	100	н/д	н/д	71	20,07	н/д	н/д	50
	КШ	66	36,20	31	57	100	н/д	н/д	84	22,58	н/д	н/д	50
Sun L., 2020 [27]	ЧКВ	66,5	20,5	28,5	33,1	52,4	н/д	н/д	25,8	100	н/д	н/д	<35
	КШ	66	19,9	28,1	32,7	51,9	н/д	н/д	25,8	100	н/д	н/д	<35
Gaudino M., 2023 [26]	ЧКВ	61,6	28%	н/д	н/д	54	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
	КШ	61,6	29%	н/д	н/д	53	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д

ТИА – транзиторная ишемическая атака; н/д – нет данных.

Таблица 3. Характеристика поражения коронарных артерий

Первый автор/ исследование, год	Рева- скуля- риза- ция	Бифур- кация ствола ЛКА, %	Оценка по Euro- SCORE, баллы	Средняя оцен- ка по шкале SYNTAX Score, баллы
BEST, 2015 [16]	ЧКВ КШ	57,5 58,8	2,9 3,0	24,2 24,6
EXCEL, 2016 [18]	ЧКВ КШ	81,3 77,4	2 2	32,2 (<22); 42,8 (<23–32); 25,1 (>33); 39,3 (<22); 37,3 (<23–32); 23,4 (>33)
NOBLE, 2016 [19]	ЧКВ КШ	н/а н/а	2 2	22,5 22,4
Head S.J., 2018 [23]	ЧКВ КШ	н/а н/а	н/а н/а	37,6 (<22); 41,1 (<23–32); 21,3 (>33); 39,1 (<22); 38,1 (<23–32); 22,8 (>33)
FREEDOM, FREEDOM – Follow-on, 2019 [20, 21]	ЧКВ КШ	22,3 20,9	2,7 2,8	26,2 26,1
Bianco V., 2020 [22]	ЧКВ КШ	н/а н/а	н/а н/а	н/а н/а
Sun L., 2020 [27]	ЧКВ КШ	н/а н/а	н/а н/а	н/а н/а
Gaudino M., 2023 [26]	ЧКВ КШ	н/а н/а	н/а н/а	н/а н/а

н/а – нет данных.

видно, была антиагрегантная терапия. Пятилетнее наблюдение выявило повышение частоты неблагоприятных исходов после ЧКВ при любой оценке по шкале SYNTAX Score, в основном за счет летальности и повторных РМ, что позволило сделать вывод о лучшем прогнозе после КШ при стенозе стЛКА независимо от тяжести поражения КА.

### Рандомизированное клиническое исследование FREEDOM

Получены важные выводы о влиянии СД на результаты РМ (табл. 1) [20]. Были использованы стенты, покрытые сиролимусом и паклитакселом (см. табл. 2). Частота событий ПККТ в среднесрочном периоде 3,8 года превалировала в группе ЧКВ, в то время как в группе КШ было отмечено статистически значимое снижение летальности (16,3% против 10,9% соответственно;  $p=0,049$ ), но частота ОНМК при КШ в раннем послеоперационном периоде оказалась выше на 3%.

Продолжение исследования FREEDOM в 25 центрах в сроки до 13,2 года (средняя длительность наблюдения 7,5 года) показало еще большее расхождение по летальности: в группе ЧКВ – 24,3% против 18,3% в группе КШ ( $p=0,01$ ). Важно отметить, что кривые смертности

ЧКВ и КШ начинали расходиться уже со второго года наблюдения [21], при этом преимущества КШ не определялись тяжестью поражения КА. В 17 центрах были получены дополнительные данные о частоте развития ИМ и ОНМК в подтверждение преимуществ открытых операций: ИМ – 4,0% при КШ против 4,7% при ЧКВ, ОНМК – 1,5% при КШ против 2,3% при ЧКВ. В долгосрочной перспективе исследование FREEDOM показало твердые преимущества КШ при СД 2-го типа и многососудистом поражении КА вне зависимости от оценок по шкале SYNTAX Score.

### Моноцентровое ретроспективное исследование V. Bianco и соавт.

Проведена сравнительная оценка влияния СД на результаты РМ методом псевдорандомизации [22]. Анализ 30-дневной летальности различий не выявил, но годовая (ЧКВ – 85%, КШ – 92,5%;  $p=0,023$ ) и 5-летняя (ЧКВ – 65,97%, КШ – 79,01%;  $p<0,004$ ) выживаемость при КШ оказалась выше. В группе ЧКВ характерным оказалось увеличение частоты повторных госпитализаций как за первый год (ЧКВ – 16,49%, КШ – 9,32%;  $p<0,011$ ), так и за 5-летний срок наблюдения (ЧКВ – 19,71%, КШ – 11,83%;  $p<0,025$ ). В этой же группе зарегистрировано превалирование частоты развития БКВС за 5 лет наблюдения (ЧКВ – 32,97%; КШ – 21,51%;  $p<0,002$ ) преимущественно за счет повторных РМ (ЧКВ – 6,45%, КШ – 2,51%;  $p=0,024$ ) и ИМ.

### Мета-анализ S. J. Head и соавт.

В мета-анализ включены пациенты из 11 РКИ с оценками по шкале SYNTAX Score 26 баллов и более (табл. 1, 2), причем у 22,1% из них этот показатель превышал 33 балла [23]. Летальность от всех причин после 5 лет наблюдения при ЧКВ была выше (11,2% против 9,2% соответственно;  $p=0,0038$ ), а значимость различий повышалась при СД (15,5% против 10% соответственно;  $p=0,0004$ ). Преимущества КШ возрастали при увеличении тяжести поражения КА.

### Мета-анализ M. Gallo и соавт.

На основании изучения 5 РКИ получены данные о поражении стЛКА [24] (табл. 1). За 5-летний срок наблюдения в группе ЧКВ частота ИМ и повторных РМ была выше, чем в группе КШ, однако статистически значимых отличий по летальности и ОНМК между КШ и ЧКВ в течение 5-летнего срока наблюдения не отмечено.

### Мета-анализ O. De Filippo и соавт.

Мета-анализ показал влияние локализации поражения стЛКА на результаты РМ [25] (табл. 1). У 36,1% пациентов поражения стЛКА локализовались в зоне устья

или проксимальной трети, а у 62,8% – дистального его отдела. Сделан вывод, что ЧКВ дистальной зоны стЛКА ассоциировано с ростом риска развития БКВС в течение 5-летнего наблюдения, в то время как разницы ЧКВ и КШ при устьевом поражении стЛКА не получено.

### Мета-анализ M. Gaudio и соавт.

Авторами оценено влияние стратегий РМ на частоту развития спонтанного ИМ в 20 РКИ [26] (табл. 1). Статистически значимая разница с превалированием в группе ЧКВ выявлена в 7 (35%) из них. Помимо этого, ЧКВ было ассоциировано со статистически значимым увеличением летальности от всех причин (отношение шансов 1,13; 95% доверительный интервал 1,01–1,28). При анализе в подгруппах статистически значимое улучшение выживаемости было получено только для КШ и только в исследованиях, в которых показано статистически значимое снижение частоты развития спонтанного ИМ в группе открытой хирургии.

### Многоцентровое ретроспективное исследование L. Y. Sun и соавт.

Сравнивались результаты РМ при хронической сердечной недостаточности (ХСН) и низкой фракции выброса левого желудочка – ФВ ЛЖ (табл. 1) [27]. При средней длительности наблюдения 9,2 года частота событий ПККТ за 5 лет, в том числе летальности (30% против 23,3% соответственно), БКВС (50,9% против 32,1% соответственно), повторных РМ (27,4% против 8,6% соответственно), повторного ИМ (17,8% против 6,4% соответственно) и госпитализаций по поводу декомпенсации ХСН (25,8% против 20,1% соответственно), была статистически значимо выше в группе ЧКВ и не зависела от вида использованных стентов и наличия СД (табл. 2). Частота же ОНМК была ниже в группе ЧКВ (4,0% против 6,1% соответственно). В результате подтверждены преимущества КШ относительно долгосрочной выживаемости.

### Обсуждение

Прежде всего, важно подчеркнуть, что результаты клинических исследований могут быть релевантно применены к клинической практике только при учете тяжести поражения коронарного русла (более высокие оценки по шкале SYNTAX Score делают преимущества КШ более значимыми), только если в полном объеме используется рекомендуемая оптимальная медикаментозная терапия – ОМТ (при систематическом нарушении преимуществ КШ по сравнению с ЧКВ могут нивелироваться) [32], и если учитываются все данные клинического профиля пациента, влияющие на отдаленный прогноз процедуры (табл. 4).

Таблица 4. Особенности реваскуляризации миокарда

Первый автор/исследование, год	Реваскуляризация	АСК, %	Тикагрелор, %	Статин, %	Бета-адреноблокаторы, %	Ингибитор АПФ/БРА, %	БМКК, %	Количество стенозов	Полная реваскуляризация, %	DES, %	ЛВГА, %	БимКШ, %	ОРСАВ, %	Число шунтов		
														всего	артериальных	венозных
BEST, 2015 [16]	ЧКВ	97,0	н/а	83,1	68,5	44,5	58,0	н/а	53,9	100	–	–	–	–	–	–
	КШ	96,6	н/а	83,5	42,8	25,3	46,4	н/а	71,8	–	99,3	н/а	64,3	–	2,1	1,0
EXCEL, 2016 [18]	ЧКВ	95,9	6,9	94,7	81,8	55,7	н/а	1,9	н/а	100	–	–	–	–	–	–
	КШ	92,1	0,2	88,0	88,1	40,1	н/а	2,6	н/а	–	94,9	27,7	28,3	–	1,4	1,2
NOBLE, 2016 [19]	ЧКВ	91,0	н/а	18,6	н/а	н/а	н/а	2,0	91,7	100	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
	КШ	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	2,0	–	–	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а
Head S.J., 2018 [23]	ЧКВ	97,3	н/а	88,1	79,1	63,7	27,7	н/а	н/а	73,4	–	–	–	–	–	–
	КШ	95,5	н/а	83,0	76,2	46,9	21,8	н/а	н/а	–	96,2	18,7	27,5	–	н/а	н/а
FREEDOM, 2019 [20, 21]	ЧКВ	95,3	н/а	91,4	82,6	80,2	28,4	5,7	н/а	н/а	–	–	–	–	–	–
	КШ	95,4	н/а	89,9	82,8	60,2	24,8	5,7	н/а	–	94,4	н/а	17,4	–	н/а	н/а
Sun L., 2020 [27]	ЧКВ	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	–	н/а	–	–	–	–	–	–
	КШ	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	н/а	81,4	н/а	н/а	н/а	н/а	–	н/а	н/а

БимКШ – бимаммарное коронарное шунтирование; БМКК – блокаторы медленных кальциевых каналов; БРА – блокаторы рецепторов ангиотензина II; ЛВГА – левая внутренняя грудная артерия; DES – drug eluting stents (стенты с лекарственным покрытием); ОРСАВ – off-pump coronary artery bypass grafting (коронарное шунтирование на работающем сердце); н/а – нет данных.

### **Поражение ствола АКА**

Гемодинамически значимые стенозы стЛКА относятся к категории высокого риска и требуют тщательного рассмотрения при принятии решения о РМ [33]. В исследованиях EXCEL и NOBLE [18, 19] получены неэквивалентные результаты, но частота событий ПККТ по отдельным компонентам все же была схожей в пользу КШ. Исследование NOBLE показало преимущество КШ по частоте событий ПККТ вне зависимости от тяжести поражения КА. Частота ОНМК в этом исследовании изначально получилась выше в группе КШ, но через 5 лет ситуация стала обратной. Частота развития ИМ в исследованиях одинаково увеличивалась за 5-летний срок наблюдения. Расхождения между исследованиями были обусловлены рядом обстоятельств [34]. Во-первых, повторные РМ не входили в ПККТ исследования EXCEL. Во-вторых, перипроцедурный ИМ был включен в ПККТ в исследовании EXCEL и отсутствовал в исследовании NOBLE. Особенно негативно повлияло на оценку результатов некорректное определение перипроцедурного ИМ в исследовании EXCEL [30]. В-третьих, оценка тяжести поражения КА в том же РКИ изначально оказалась заниженной. И наконец, в-четвертых, кривые неблагоприятных событий достигали статистически значимого отклонения только к 3-му году наблюдения. Вероятно, более короткое наблюдение в исследовании EXCEL (3 года против 5 лет) было причиной преимущества ЧКВ, однако 4-годовые результаты, особенно летальности, свидетельствовали в пользу КШ. Мета-анализ M. Gallo и соавт. [24] с включением обоих РКИ убедительно продемонстрировал ассоциацию КШ со снижением частоты развития ИМ и повторных госпитализаций за 5 лет наблюдения. Показательной была публикация O. De Filippo и соавт. [25], показавшая долгосрочные преимущества КШ при поражении дистального отдела стЛКА относительно БКВС, летальности и повторных РМ. Суммируя данные, можно констатировать, что ЧКВ уступает отдаленным результатам КШ для стЛКА вне зависимости от тяжести поражения КА.

### **Многососудистое поражение коронарного русла**

РКИ BEST выявило схожие результаты ЧКВ по критерию «не хуже» в сравнении с КШ [16]. Схожие результаты получены в исследовании FREEDOM при данном типе поражения и СД 2-го типа, где было ясно показано преимущество КШ по частоте событий ПККТ, включающей смерть от любых причин, ИМ и ОНМК [20]. Начальное превалирование частоты развития ОНМК после открытого вмешательства было нивелировано в течение 7,5 года: летальность от всех причин после КШ оставалась ниже, чем в группе ЧКВ, при этом позитивное влияние КШ было выше среди курильщиков и более молодых

больных. Особенно показательным оказался мета-анализ S.J. Head и соавт. [23], продемонстрировавший явные преимущества КШ по выживаемости в данной группе больных на основании изучения индивидуальных результатов 11518 случаев РМ.

### **SYNTAX Score**

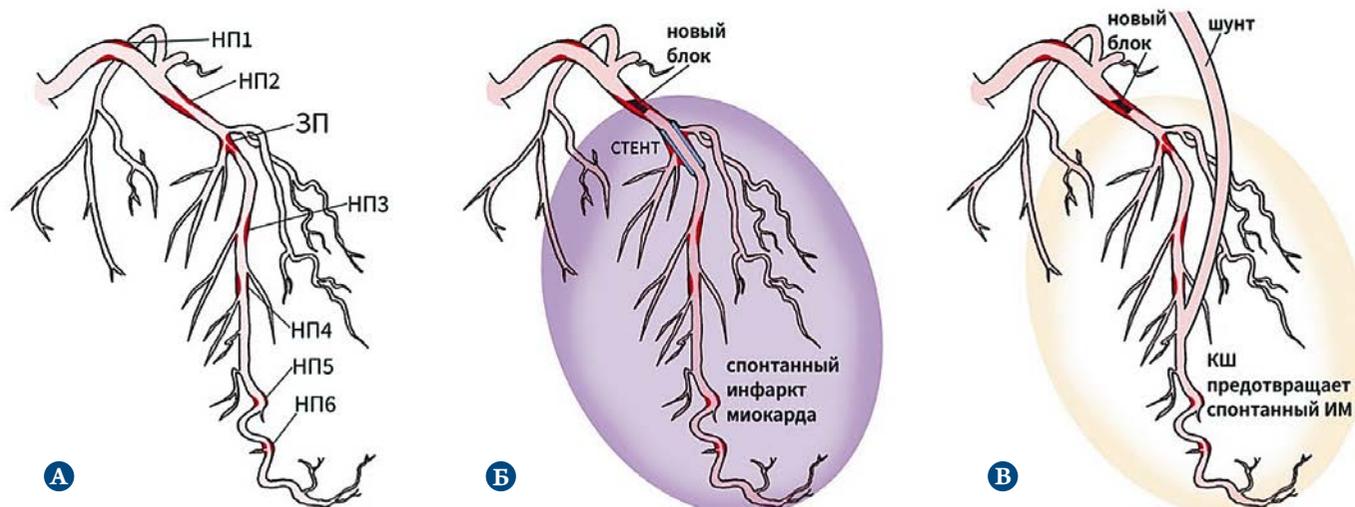
Класс рекомендаций для ЧКВ при стенозе стЛКА и низкой оценке по шкале SYNTAX Score остается высоким, однако нельзя забывать, что они были основаны на результатах анализа в подгруппах РКИ SYNTAX (705 больных) [35], LE MANS (100 больных) [36], PRECOMBAT (600 больных) [37] и E. Boudriot и соавт. (201 больной) [38]. По сути эти исследования не были направлены на изучение результатов при незащищенном стенозе стЛКА, а полезность применения SYNTAX Score рассматривалась в них только в рамках вторичного (post hoc) анализа данных [39], но не рандомизации. В противоположность этому результаты крупного РКИ NOBLE [19] с хорошо спланированным дизайном явно свидетельствовали о преимуществах КШ независимо от тяжести поражения КА по шкале SYNTAX. Следует также отметить важную особенность РКИ SYNTAX, заключающуюся в том, что частота развития событий ПККТ постоянно увеличивалась в процессе наблюдения только в группах ЧКВ, но не в группах КШ. Из этого следует вывод, что тяжесть поражения КА является фактором риска исключительно для ЧКВ. Данный вывод также предполагает, что главным фактором различий по всем причинам смертности является уменьшение вероятности развития ИМ.

В РКИ FREEDOM [20] низкая оценка по шкале SYNTAX Score не ассоциировалась с улучшением результатов ЧКВ при многососудистом поражении коронарного русла [40]. И наоборот, данный показатель в ряде исследований был независимым предиктором БКВС в группах ЧКВ, что не наблюдалось при КШ. Возможным объяснением этого служит зависимость результатов КШ от состояния дистальной зоны шунтирования и независимость от тяжести проксимальной зоны поражения КА, определяемой по шкале SYNTAX. Сообразуясь с этими выводами, многие авторы не считают величину оценки по шкале SYNTAX Score определяющей в плане показаний к КШ.

### **Сахарный диабет 2-го типа**

Сопутствующий СД предрасполагает к генерализации процесса в КА с диффузным и многососудистым поражением коронарного русла, частым вовлечением стЛКА, тенденцией к дестабилизации АСБ и снижению активности коллатералей [41, 42]. СД также запускает изменение чувствительности рецепторов тромбоцитов и агрегационной реактивности с дальнейшим

Рисунок 1. Преимущества хирургической коллатерализации



А – ишемия миокарда обусловлена гемодинамически значимым поражением (ЗП), существуют гемодинамически незначимые поражения (НП), которые могут в будущем иметь негативное значение; Б – возникновение нового блока КА приводит к спонтанному ИМ, несмотря на имплантированный при ЧКВ стент; В – сохраняющееся кровоснабжение по шунту при КШ предотвращает спонтанный ИМ.

повышением риска рестенозов в стентах [41, 42]. Все это в совокупности увеличивает преимущества КШ при СД, что ясно продемонстрировали исследования BARI [43], BEST [16], FREEDOM [20, 21], а также мета-анализ S. J. Head и соавт. [23], а результаты исследования FREEDOM еще и подчеркнули, что проведение КШ при стабильной ИБС с многососудистым поражением и сопутствующим СД дает лучший долгосрочный прогноз вне зависимости от значения оценки по шкале SYNTAX Score. V. Bianco и соавт., подтверждая выводы РКИ, акцентировали внимание на необходимости контроля течения СД как важного компонента улучшения результатов РМ [22].

### Спонтанный ИМ

В настоящее время долгосрочный протективный эффект КШ в отношении летальности при ИБС связывают с возможностью профилактики спонтанного ИМ посредством шунтирования зоны наибольшего поражения или хирургической коллатерализации, что впервые было продемонстрировано в мета-анализе M. Gaudino и соавт. [26]. В отличие от ЧКВ новый путь кровоснабжения миокарда при КШ позволяет шунтировать не только исходные поражения КА, но и все возможные будущие поражения КА проксимальнее зоны коронарного анастомоза (рис. 1, адаптировано по [44]).

Следует также отметить, что концепция хирургической коллатерализации ставит под сомнение целесообразность шунтирования стенозов только с доказанной на основании фракционного резерва кровотока гемодинамической значимостью, однако вопрос требует дальнейшего изучения [45].

### Ишемическая кардиомиопатия и сердечная недостаточность

Развитие ишемической кардиомиопатии (ИКМП) значительно ухудшает прогноз течения ИБС [46]. Роль РМ в стратегии лечения в таком случае до конца не определена, но восстановление коронарного кровотока в зонах гибернирующего миокарда, купирование ишемии миокарда, особенно профилактика повторных случаев ИМ, предотвращает прогрессирование ХСН [47], тогда как определение объема жизнеспособного миокарда может иметь первостепенное значение [1].

РКИ STICH и STICHES [48, 49] показали ранее преимущество КШ над ОМТ по выживаемости в сроки наблюдения до 9,8 года на 16%, но 30-дневная летальность после КШ была довольно высокой – 3,6%. Позднее в мета-анализе G. Wolff и соавт. [50] выявлены лучшие результаты КШ относительно выживаемости, снижения частоты развития ИМ и повторных РМ при медиане наблюдения 3 года. S. Bangalore и соавт. [51] этих различий за 3-летний период не проследили, но в группе ЧКВ получено двукратное увеличение частоты развития ИМ и повторных госпитализаций. Регистр SCAAR [52] подтвердил преимущества КШ по отдаленной выживаемости у 2509 больных. Недавнее исследование L. Y. Sun и соавт. дало оптимистические результаты КШ за 9,2 года [27], что авторы связывают с эффективностью, полнотой РМ и профилактикой ИМ [50]. Следует отметить, что недавние исследования [53] в отличие от более ранних [48, 49] демонстрируют позитивный эффект сочетанной реконструкции ЛЖ при КШ у больных с постинфарктными аневризмами в плане улучшения выживаемости.

Имеющиеся публикации связывают КШ с улучшением отдаленных результатов при ИКМП и определяют его как предпочтительный метод лечения, если риск и польза вмешательства адекватно соотношены [47].

### Мультиартериальная реваскуляризация миокарда

Известны только ретроспективные исследования мультиартериальной РМ (МАРМ) в сравнении с ЧКВ. Так, R. H. Nabil и соавт. [54] на основании псевдорандомизации 546 пар пациентов сделали заключение о более высокой выживаемости после МАРМ в сроки до 9 лет. Схожие результаты получены S. G. Raja и соавт. [55]. Крупное многоцентровое исследование R. V. Rocha и соавт. [56] (3 600 пациентов подверглись МАРМ и 2 187 пациентов – ЧКВ) ассоциировалось с более высокой 5-летней выживаемостью (96,8% против 94,5% соответственно) при артериальной реваскуляризации, при этом частота развития повторного ИМ (1,4% против 6,9% соответственно) и повторных РМ (4,1% против 24,2% соответственно) была ниже. Накопленные данные позволяют предположить (см. табл. 4), что выводы РКИ в отношении КШ были бы еще более убедительными, если частота полной артериальной РМ в них была бы выше (в исследовании EXCEL – 24%, в NOBLE – 2%).

### Дискуссия

За почти 45 лет развития эндоваскулярных технологий и появления новых генераций стентов ЧКВ так и не смогло превзойти КШ. Это обусловлено по крайней мере несколькими причинами:

- 1) ЧКВ в отличие от КШ нарушает физиологию КА и исключает позитивное влияние эндотелиальных вазодилатирующих субстанций;
- 2) артериальные кондуиты имеют проходимость более 90% за 20 лет и обладают свойствами защиты дистальных отделов шунтированных КА. от прогрессирования атеросклероза;
- 3) ЧКВ предполагает неполную РМ [57];
- 4) КШ в отличие от ЧКВ предотвращает спонтанный ИМ в отдаленной перспективе вследствие эффекта «хирургической коллатерализации» [11, 44, 50, 58].

Обширные данные, полученные методами доказательной медицины, казалось бы, должны были определить более высокое место коронарного шунтирования в лечении больных со стабильными формами ишемической болезни сердца, однако статистика реваскуляризации миокарда свидетельствует об обратном, и чрескожное коронарное вмешательство продолжает преобладать. Столь неадекватная практика реваскуляризации миокарда обусловлена многими факторами, среди которых следующие:

- внешняя привлекательность чрескожного коронарного вмешательства вследствие низкой инвазивности;

- отсутствие должного информирования пациентов об объективных результатах реваскуляризации миокарда;
- формальный подход к работе мультидисциплинарных консилиумов;
- наличие конфликтов интересов при выборе метода реваскуляризации миокарда;
- проблемы организации релевантных технологий лечения;
- отсутствие полностью надежных клинических рекомендаций, релевантно отражающих результаты последних клинических исследований, и невозможность их адекватного использования в соответствии с клиническим профилем конкретного пациента.

Последнее ярко отразилось в ситуации, когда Американская ассоциация торакальных хирургов (AATS) отказалась принять последние рекомендации ACC/AHA/SCAI 2021 [59]. В них были значительно снижены классы показаний к коронарному шунтированию на основании выводов исследования ISCHEMIA, в котором коронарное шунтирование оказалось явно недооцененным [60].

Сложившаяся ситуация с выбором метода реваскуляризации миокарда явно требует изменения. Статистика показывает, что пациент после коронарографии всегда получает больше рекомендаций к проведению чрескожного коронарного вмешательства даже при наличии четких показаний к коронарному шунтированию, прописанных в рекомендациях [61], поскольку, если пациенту не сообщается, что только коронарное шунтирование поможет сохранить его жизнь в отдаленной перспективе, то выбор всегда будет за чрескожным коронарным вмешательством – методом с гораздо меньшей инвазивностью. Искажение существующих научных фактов о реваскуляризации миокарда приводит к ошибкам при определении тактики лечения и неконструктивной работе мультидисциплинарных консилиумов. При наличии явных показаний к коронарному шунтированию у больных со стабильной формой ишемической болезни сердца чрескожное коронарное вмешательство должно выполняться только в случае, если риск, связанный с открытой операцией, действительно высокий, или прогнозируемый срок дожития пациента явно ограничен вследствие сопутствующей коморбидности.

### Заключение

Актуальные результаты последних исследований свидетельствуют о преимуществах коронарного шунтирования относительно улучшения долгосрочного прогноза жизни при стабильной ишемической болезни сердца. Можно констатировать, что при многососудистом поражении коронарного русла, стенозе ствола левой коронарной артерии и сопутствующем сахарном диабете ко-

ронарное шунтирование является «золотым стандартом» реваскуляризации миокарда. В группе пациентов с хронической сердечной недостаточностью и сниженной фракцией выброса левого желудочка открытая операция является методом первой линии, если хирургический риск будет приемлемым в сравнении с его пользой. Преимущества коронарного шунтирования определяются надежностью и полнотой реваскуляризации миокарда в сравнении с чрескожным коронарным вмешательством.

Необходимо принимать к сведению и имеющиеся данные о преимуществах мультиартериальной реваскуляризации миокарда.

### **Финансирование**

*Источники финансирования отсутствуют.*

*Конфликт интересов не заявлен.*

**Статья поступила 10.09.2022**

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Knuuti J, Wijns W, Saraste A, Capodanno D, Barbato E, Funck-Brentano C et al. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes. *European Heart Journal*. 2020;41(3):407–77. DOI: 10.1093/eurheartj/ehz425
2. Yusuf S, Zucker D, Passamani E, Peduzzi P, Takaro T, Fisher LD et al. Effect of coronary artery bypass graft surgery on survival: overview of 10-year results from randomised trials by the Coronary Artery Bypass Graft Surgery Trialists Collaboration. *The Lancet*. 1994;344(8922):563–70. DOI: 10.1016/S0140-6736(94)91963-1
3. Grüntzig A. Transluminal dilatation of coronary-artery stenosis. *The Lancet*. 1978;1(8058):263. DOI: 10.1016/S0140-6736(78)90500-7
4. Ohri SK, Benedetto U, Luthra S, Grant SW, Goodwin AT, Trivedi U et al. Coronary artery bypass surgery in the UK, trends in activity and outcomes from a 15-year complete national series. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 2022;61(2):449–56. DOI: 10.1093/ejcts/ezab391
5. Neumann F-J, Sousa-Uva M, Ahlsson A, Alfonso F, Banning AP, Benedetto U et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *European Heart Journal*. 2019;40(2):87–165. DOI: 10.1093/eurheartj/ehy394
6. Collet J-P, Thiele H, Barbato E, Barthélémy O, Bauersachs J, Bhatt DL et al. 2020 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation. *European Heart Journal*. 2021;42(14):1289–367. DOI: 10.1093/eurheartj/ehaa575
7. Davies RF, Goldberg AD, Forman S, Pepine CJ, Knatterud GL, Geller N et al. Asymptomatic Cardiac Ischemia Pilot (ACIP) Study Two-Year Follow-up: Outcomes of Patients Randomized to Initial Strategies of Medical Therapy Versus Revascularization. *Circulation*. 1997;95(8):2037–43. DOI: 10.1161/01.CIR.95.8.2037
8. Stergiopoulos K, Boden WE, Hartigan P, Möbius-Winkler S, Hambrecht R, Hueb W et al. Percutaneous Coronary Intervention Outcomes in Patients With Stable Obstructive Coronary Artery Disease and Myocardial Ischemia: A Collaborative Meta-analysis of Contemporary Randomized Clinical Trials. *JAMA Internal Medicine*. 2014;174(2):232–40. DOI: 10.1001/jamainternmed.2013.12855
9. Sipahi I, Akay MH, Dagdelen S, Blitz A, Alhan C. Coronary Artery Bypass Grafting vs Percutaneous Coronary Intervention and Long-term Mortality and Morbidity in Multivessel Disease: Meta-analysis of Randomized Clinical Trials of the Arterial Grafting and Stenting Era. *JAMA Internal Medicine*. 2014;174(2):223–30. DOI: 10.1001/jamainternmed.2013.12844
10. Leavitt BJ, Sheppard L, Maloney C, Clough RA, Braxton JH, Charlesworth DC et al. Effect of Diabetes and Associated Conditions on Long-Term Survival After Coronary Artery Bypass Graft Surgery. *Circulation*. 2004;110(11 Suppl 1):II41-4. DOI: 10.1161/01.CIR.0000138197.07051.e7
11. Doenst T, Sigusch H. Surgical collateralization: The hidden mechanism for improving prognosis in chronic coronary syndromes. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2022;163(2):703–708.e2. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2020.10.121
12. Ambrose JA, Tannenbaum MA, Alexopoulos D, Hjelm Dahl-Monsen CE, Leavy J, Weiss M et al. Angiographic progression of coronary artery disease and the development of myocardial infarction. *Journal of the American College of Cardiology*. 1988;12(1):56–62. DOI: 10.1016/0735-1097(88)90356-7
13. Taggart DP, Benedetto U, Gerry S, Altman DG, Gray AM, Lees B et al. Bilateral versus Single Internal-Thoracic-Artery Grafts at 10 Years. *New England Journal of Medicine*. 2019;380(5):437–46. DOI: 10.1056/NEJMoa1808783
14. Gaudino M, Benedetto U, Fremes S, Biondi-Zoccai G, Sedrakyan A, Puskas JD et al. Radial-Artery or Saphenous-Vein Grafts in Coronary-Artery Bypass Surgery. *New England Journal of Medicine*. 2018;378(22):2069–77. DOI: 10.1056/NEJMoa1716026
15. Doenst T, Haverich A, Serruys P, Bonow RO, Kappetein P, Falk V et al. PCI and CABG for Treating Stable Coronary Artery Disease: JACC Review Topic of the Week. *Journal of the American College of Cardiology*. 2019;73(8):964–76. DOI: 10.1016/j.jacc.2018.11.053
16. Park S-J, Ahn J-M, Kim Y-H, Park D-W, Yun S-C, Lee J-Y et al. Trial of Everolimus-Eluting Stents or Bypass Surgery for Coronary Disease. *New England Journal of Medicine*. 2015;372(13):1204–12. DOI: 10.1056/NEJMoa1415447
17. Park SJ, Ahn JM. Everolimus-Eluting Stents or Bypass Surgery for Coronary Disease. *New England Journal of Medicine*. 2015;373(6):581–2. DOI: 10.1056/NEJMc1506944
18. Stone GW, Sabik JF, Serruys PW, Simonton CA, Généreux P, Puskas J et al. Everolimus-Eluting Stents or Bypass Surgery for Left Main Coronary Artery Disease. *New England Journal of Medicine*. 2016;375(23):2223–35. DOI: 10.1056/NEJMoa1610227
19. Mäkilä T, Holm NR, Lindsay M, Spence MS, Erglis A, Menown IBA et al. Percutaneous coronary angioplasty versus coronary artery bypass grafting in treatment of unprotected left main stenosis (NOBLE): a prospective, randomised, open-label, non-inferiority trial. *The Lancet*. 2016;388(10061):2743–52. DOI: 10.1016/S0140-6736(16)32052-9
20. Farkouh ME, Domanski M, Sleeper LA, Siami FS, Dangas G, Mack M et al. Strategies for Multivessel Revascularization in Patients with Diabetes. *New England Journal of Medicine*. 2012;367(25):2375–84. DOI: 10.1056/NEJMoa1211585
21. Farkouh ME, Domanski M, Dangas GD, Godoy LC, Mack MJ, Siami FS et al. Long-Term Survival Following Multivessel Revascularization in Patients With Diabetes: The FREEDOM follow-on study. *Journal of the American College of Cardiology*. 2019;73(6):629–38. DOI: 10.1016/j.jacc.2018.11.001
22. Bianco V, Kilic A, Mulukutla SR, Gleason TG, Kliner D, Aranda-Michel E et al. Coronary Artery Bypass Grafting vs Percutaneous Coronary Intervention in Patients With Diabetes. *Seminars in Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2021;33(2):368–77. DOI: 10.1053/j.semcts.2020.07.003
23. Head SJ, Milojevic M, Daemen J, Ahn J-M, Boersma E, Christiansen EH et al. Mortality after coronary artery bypass grafting versus percutaneous coronary intervention with stenting for coronary artery disease: a pooled analysis of individual patient data. *The Lancet*. 2018;391(10124):939–48. DOI: 10.1016/S0140-6736(18)30423-9
24. Gallo M, Blitzer D, Laforgia PL, Doulamis IP, Perrin N, Bortolussi G et al. Percutaneous coronary intervention versus coronary artery bypass graft for left main coronary artery disease: A meta-analysis.

- The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery. 2022;163(1):94-105.e15. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2020.04.010
25. De Filippo O, Di Franco A, Boretto P, Bruno F, Cusenza V, Desalvo P et al. Percutaneous coronary intervention versus coronary artery surgery for left main disease according to lesion site: A meta-analysis. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2021;S0022-5223(21)01238-1. [Epub ahead of print]. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2021.08.040
  26. Gaudino M, Di Franco A, Spadaccio C, Rahouma M, Robinson NB, Demetres M et al. Difference in spontaneous myocardial infarction and mortality in percutaneous versus surgical revascularization trials: A systematic review and meta-analysis. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2023;165(2):662-669.e14. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2021.04.062
  27. Sun LY, Gaudino M, Chen RJ, Bader Eddeen A, Ruel M. Long-term Outcomes in Patients With Severely Reduced Left Ventricular Ejection Fraction Undergoing Percutaneous Coronary Intervention vs Coronary Artery Bypass Grafting. *JAMA Cardiology*. 2020;5(6):631-41. DOI: 10.1001/jamacardio.2020.0239
  28. Ruel M, Farkouh ME. Why NOBLE and EXCEL Are Consistent With Each Other and With Previous Trials. *Circulation*. 2017;135(9):822-4. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.116.027159
  29. Lamelas P, Belardi J, Whitlock R, Stone GW. Limitations of Repeat Revascularization as an Outcome Measure. *Journal of the American College of Cardiology*. 2019;74(25):3164-73. DOI: 10.1016/j.jacc.2019.10.041
  30. Thygesen K, Alpert JS, Jaffe AS, Chaitman BR, Bax JJ, Morrow DA et al. Fourth universal definition of myocardial infarction (2018). *European Heart Journal*. 2019;40(3):237-69. DOI: 10.1093/eurheartj/ehy462
  31. Genereux P, Serruys P, Kappetein A, Boven AV, Hickey M, Kandzari D et al. Differences and level of agreement in SYNTAX Score assessment between site operators and angiographic core laboratory readers: insights from the EXCEL trial. *Journal of the American College of Cardiology*. 2017;69(11):1147. DOI: 10.1016/S0735-1097(17)34536-9
  32. Pinho-Gomes A-C, Azevedo L, Ahn J-M, Park S-J, Hamza TH, Farkouh ME et al. Compliance With Guideline-Directed Medical Therapy in Contemporary Coronary Revascularization Trials. *Journal of the American College of Cardiology*. 2018;71(6):591-602. DOI: 10.1016/j.jacc.2017.11.068
  33. Lee PH, Ahn J-M, Chang M, Baek S, Yoon S-H, Kang S-J et al. Left Main Coronary Artery Disease: Secular Trends in Patient Characteristics, Treatments, and Outcomes. *Journal of the American College of Cardiology*. 2016;68(11):1233-46. DOI: 10.1016/j.jacc.2016.05.089
  34. Ngu JMC, Sun LY, Ruel M. Pivotal contemporary trials of percutaneous coronary intervention vs. coronary artery bypass grafting: a surgical perspective. *Annals of Cardiothoracic Surgery*. 2018;7(4):527-32. DOI: 10.21037/acs.2018.05.12
  35. Serruys PW, Morice M-C, Kappetein AP, Colombo A, Holmes DR, Mack MJ et al. Percutaneous Coronary Intervention versus Coronary Artery Bypass Grafting for Severe Coronary Artery Disease. *New England Journal of Medicine*. 2009;360(10):961-72. DOI: 10.1056/NEJMoa0804626
  36. Buszman PE, Kiesz SR, Bochenek A, Peszek-Przybyla E, Szkrobka I, Debinski M et al. Acute and Late Outcomes of Unprotected Left Main Stenting in Comparison With Surgical Revascularization. *Journal of the American College of Cardiology*. 2008;51(5):538-45. DOI: 10.1016/j.jacc.2007.09.054
  37. Ahn J-M, Roh J-H, Kim Y-H, Park D-W, Yun S-C, Lee PH et al. Randomized Trial of Stents Versus Bypass Surgery for Left Main Coronary Artery Disease. *Journal of the American College of Cardiology*. 2015;65(20):2198-206. DOI: 10.1016/j.jacc.2015.03.033
  38. Boudriot E, Thiele H, Walther T, Liebetau C, Boeckstegers P, Pohl T et al. Randomized Comparison of Percutaneous Coronary Intervention With Sirolimus-Eluting Stents Versus Coronary Artery Bypass Grafting in Unprotected Left Main Stem Stenosis. *Journal of the American College of Cardiology*. 2011;57(5):538-45. DOI: 10.1016/j.jacc.2010.09.038
  39. Capodanno D, Stone GW, Morice MC, Bass TA, Tamburino C. Percutaneous Coronary Intervention Versus Coronary Artery Bypass Graft Surgery in Left Main Coronary Artery Disease. *Journal of the American College of Cardiology*. 2011;58(14):1426-32. DOI: 10.1016/j.jacc.2011.07.005
  40. Esper RB, Farkouh ME, Ribeiro EE, Hueb W, Domanski M, Hamza TH et al. SYNTAX Score in Patients With Diabetes Undergoing Coronary Revascularization in the FREEDOM Trial. *Journal of the American College of Cardiology*. 2018;72(23 Pt A):2826-37. DOI: 10.1016/j.jacc.2018.09.046
  41. Kassimis G, Bourantas CV, Tushar R, de Maria GL, Davlouros P, Hahalis G et al. Percutaneous coronary intervention vs. cardiac surgery in diabetic patients. Where are we now and where should we be going? *Hellenic Journal of Cardiology*. 2017;58(3):178-89. DOI: 10.1016/j.hjc.2017.01.028
  42. Kalra K, Chen EP. Commentary: Finding the Sweeter Fruit: Optimal Treatment of Diabetics With CAD. *Seminars in Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2021;33(2):380-1. DOI: 10.1053/j.semtcvs.2020.09.017
  43. BARI Investigators. The Final 10-Year Follow-Up Results From the BARI Randomized Trial. *Journal of the American College of Cardiology*. 2007;49(15):1600-6. DOI: 10.1016/j.jacc.2006.11.048
  44. Asai T. Commentary: Spontaneous myocardial infarctions and the vital choice: Bypass or stent. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2023;165(2):670-1. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2021.05.005
  45. Lytle B, Gaudino M. Fractional Flow Reserve for Coronary Artery Bypass Surgery. *Circulation*. 2020;142(14):1315-6. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.120.050818
  46. Elgendy IY, Mahtta D, Pepine CJ. Medical Therapy for Heart Failure Caused by Ischemic Heart Disease. *Circulation Research*. 2019;124(11):1520-35. DOI: 10.1161/CIRCRESAHA.118.313568
  47. Bakaeen FG, Gaudino M, Whitman G, Doenst T, Ruel M, Taggart DP et al. 2021: The American Association for Thoracic Surgery Expert Consensus Document: Coronary artery bypass grafting in patients with ischemic cardiomyopathy and heart failure. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2021;162(3):829-850.e1. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2021.04.052
  48. Velazquez EJ, Lee KL, Deja MA, Jain A, Sopko G, Marchenko A et al. Coronary-Artery Bypass Surgery in Patients with Left Ventricular Dysfunction. *New England Journal of Medicine*. 2011;364(17):1607-16. DOI: 10.1056/NEJMoa1100356
  49. Velazquez EJ, Lee KL, Jones RH, Al-Khalidi HR, Hill JA, Panza JA et al. Coronary-Artery Bypass Surgery in Patients with Ischemic Cardiomyopathy. *New England Journal of Medicine*. 2016;374(16):1511-20. DOI: 10.1056/NEJMoa1602001
  50. Wolff G, Dimitroulis D, Andreotti F, Kołodziejczak M, Jung C, Scicchitano P et al. Survival Benefits of Invasive Versus Conservative Strategies in Heart Failure in Patients With Reduced Ejection Fraction and Coronary Artery Disease: A Meta-Analysis. *Circulation: Heart Failure*. 2017;10(1):e003255. DOI: 10.1161/CIRCHEARTFAILURE.116.003255
  51. Bangalore S, Guo Y, Samadashvili Z, Blecker S, Hannan EL. Revascularization in Patients With Multivessel Coronary Artery Disease and Severe Left Ventricular Systolic Dysfunction: Everolimus-Eluting Stents Versus Coronary Artery Bypass Graft Surgery. *Circulation*. 2016;133(22):2132-40. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.115.021168
  52. Völz S, Redfors B, Angerås O, Ioanes D, Odenstedt J, Koul S et al. Long-term mortality in patients with ischaemic heart failure revascularized with coronary artery bypass grafting or percutaneous coronary intervention: insights from the Swedish Coronary Angiography and Angioplasty Registry (SCAAR). *European Heart Journal*. 2021;42(27):2657-64. DOI: 10.1093/eurheartj/ehab273
  53. Gaudino M, Castelvechio S, Rahouma M, Robinson NB, Audisio K, Soletti GJ et al. Long-term results of surgical ventricular reconstruction and comparison with the Surgical Treatment for Ischemic Heart Failure trial. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2022;S0022-5223(22)00493-7. [Epub ahead of print]. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2022.04.016

54. Habib RH, Dimitrova KR, Badour SA, Yammine MB, El-Hage-Sleiman A-KM, Hoffman DM et al. CABG Versus PCI: greater benefit in long-term outcomes with multiple arterial bypass grafting. *Journal of the American College of Cardiology*. 2015;66(13):1417–27. DOI: 10.1016/j.jacc.2015.07.060
55. Raja SG, Benedetto U, Ilsley CD, Amrani M. Multiple arterial grafting confers survival advantage compared to percutaneous intervention with drug-eluting stents in multivessel coronary artery disease: A propensity score adjusted analysis. *International Journal of Cardiology*. 2015;189:153–8. DOI: 10.1016/j.ijcard.2015.04.059
56. Rocha RV, Fang J, Tam DY, Elbatarny M, Austin PC, Gaudino MFL et al. Multiple arterial coronary bypass grafting is associated with better survival compared with second-generation drug-eluting stents in patients with stable multivessel coronary artery disease. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2021;S0022-5223(21)01813-4. [Epub ahead of print]. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2021.12.026
57. Gaudino M, Taggart DP. Percutaneous Coronary Intervention vs Coronary Artery Bypass Grafting: A Surgical Perspective. *JAMA Cardiology*. 2019;4(6):505–6. DOI: 10.1001/jamacardio.2019.1046
58. Bianco V, Kilic A, Aranda-Michel E, Serna-Gallegos D, Ferdinand F, Dunn-Lewis C et al. Complete revascularization during coronary artery bypass grafting is associated with reduced major adverse events. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2021;S0022-5223(21)00900-4. [Epub ahead of print]. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2021.05.046
59. Sabik JF, Bakaen FG, Ruel M, Moon MR, Malaisrie SC, Calhoun JH et al. The American Association for Thoracic Surgery and The Society of Thoracic Surgeons reasoning for not endorsing the 2021 ACC/AHA/SCAI Coronary Revascularization Guidelines. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2022;163(4):1362–5. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2021.12.025
60. Maron DJ, Hochman JS, Reynolds HR, Bangalore S, O'Brien SM, Boden WE et al. Initial Invasive or Conservative Strategy for Stable Coronary Disease. *New England Journal of Medicine*. 2020;382(15):1395–407. DOI: 10.1056/NEJMoa1915922
61. Hannan EL, Racz MJ, Gold J, Cozzens K, Stamato NJ, Powell T et al. Adherence of Catheterization Laboratory Cardiologists to American College of Cardiology/American Heart Association Guidelines for Percutaneous Coronary Interventions and Coronary Artery Bypass Graft Surgery: What Happens in Actual Practice? *Circulation*. 2010;121(2):267–75. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.109.887539